

文本复制检测报告单(全文标明引文)

№:ADBD2021R_2021072315351220210723154742311183126364

检测时间:2021-07-23 15:47:42

检测文献: 026

作者: 养方式

检测范围: 中国学术期刊网络出版总库

中国博士学位论文全文数据库/中国优秀硕士学位论文全文数据库

中国重要会议论文全文数据库

中国重要报纸全文数据库

中国专利全文数据库

图书资源

优先出版文献库

学术论文联合比数据库

互联网资源(包含贴吧等论坛资源)

英文数据库(涵盖期刊、博硕、会议的英文数据以及德国Springer、英国Taylor&Francis 期刊数据库等)

港澳台学术文献库

互联网文档资源

源代码库

CNKI大成编客-原创作品库

个人比数据库

时间范围: 1900-01-01至2021-07-23

检测结果

去除本人文献复制比: 9.5%

跨语言检测结果: 0%

去除引用文献复制比: 7.4%

总文字复制比: 9.5%

单篇最大文字复制比: 2% (期货合约影响下基于价格分摊的电力现货市场电价出清研究)

重复字数: [3293]

总段落数: [4]

总字数: [34702]

疑似段落数: [4]

单篇最大重复字数: [705]

前部重合字数: [110]

疑似段落最大重合字数: [1273]

后部重合字数: [3183]

疑似段落最小重合字数: [491]



指 标: ☐ 疑似剽窃观点 ☒ 疑似剽窃文字表述 ☐ 疑似整体剽窃 ☐ 过度引用

表 格: 0

公 式: 没有公式

疑似文字的图片: 0

脚注与尾注: 0

5.4%(572) 5.4%(572) 026_第1部分 (总10620字)

5.8%(491) 5.8%(491) 026_第2部分 (总8511字)

14.4%(1273) 14.4%(1273) 026_第3部分 (总8816字)

14.2%(957) 14.2%(957) 026_第4部分 (总6755字)



(注释: 无问题部分 文字复制部分 引用部分)

1. 026_第1部分

总字数: 10620

相似文献列表

去除本人文献复制比: 5.4%(572)

文字复制比: 5.4%(572)

疑似剽窃观点: (0)

1	英国的低碳电改 范孟华;马莉; - 《国家电网》- 2014-09-05	3.0% (315) 是否引证: 否
2	新电改背景下S省分电压等级输配电定价研究 解嘉彬(导师: 杨屹) - 《西安理工大学硕士学位论文》- 2020-06-30	0.7% (72) 是否引证: 否
3	222636_解天天_省级电网分电压等级输配电价定价机制及实例研究 解天天 - 《学术论文联合比数据库》- 2019-08-31	0.6% (65) 是否引证: 否
4	北欧与华东电力市场环境之比较	0.6% (63)

	李英 - 《浙江电力》 - 2003-08-28	是否引证: 否
5	基于“双碳”目标的电力市场与碳市场协同发展研究 张森林; - 《中国电力企业管理》 - 2021-04-05	0.3% (36) 是否引证: 否
6	00724363176081597_严宇_新一轮电改环境下电能结算体系及其关键问题研究 严宇 - 《学术论文联合比对库》 - 2018-12-12	0.3% (36) 是否引证: 否
7	电力现货市场背景下的发电集团运营机构设置 魏法国; - 《中国电力企业管理》 - 2021-02-05	0.3% (34) 是否引证: 否
8	3201703596_刘静_供给侧结构性改革背景下Y供电公司成本核算内容重构研究_工商管理硕士 刘静 - 《学术论文联合比对库》 - 2019-10-10	0.3% (31) 是否引证: 否
9	解嘉彬-2162526121-MBA-查重 查重 - 《学术论文联合比对库》 - 2019-10-11	0.3% (29) 是否引证: 否

原文内容

专业硕士学位论文
新电改背景下电力竞价上网模式
Electricity bidding and online mode under the
background of new electricity reform
2021 年 8 月
国内图书分类号: ×××× 学校代码: 10079
国际图书分类号: ×××× 密级: 公开
专业硕士学位论文新电改背景下电力竞价上网模式
硕士研究生:
导师:
企业导师: 如无不填写此项)
申请学位: 工程硕士
专业领域: 电气工程培养方式: 非全日制
所在学院: 电气与电子工程学院
答辩日期: 2021 年 8 月
授予学位单位: 华北电力大学
Classified Index: ×××× (Times New Roman 小 4 字)
U.D.C: ×××× (Times New Roman 小 4 字)
Thesis for the Professional Master Degree
Electricity bidding and online mode under the
background of new electricity reform
Candidate:
Supervisor:
Enterprise Mentors:
Academic Degree Applied for: Master of Engineering
Speciality Field: Electric Engineering
Training Mode: Part-time
School : School of electrical and Electronic Engineering
Date of Defence: June, 2021
Degree-Conferring-Institution: North China Electric Power University
华北电力大学硕士学位论文原创性声明
本人郑重声明: 此处所提交的硕士学位论文《新电改背景下电力竞价上网模式》, 是本
人在导师指导下, 在华北电力大学攻读硕士学位期间独立进行研究工作所取得的成果。据本人所知, 论文中除已注明部分
外不包含他人已发表或撰写过的研究成果。对本文的研究工作
做出重要贡献的个人和集体, 均已在文中以明确方式注明。本声明的法律结果将完全由本人
承担。
作者签名: 日期: 年月日
华北电力大学硕士学位论文使用授权书
《新电改背景下电力竞价上网模式》系本人在华北电力大学攻读硕士学位期间在导师指导下完成的硕士学位论文。本论文
的研究成果归华北电力大学所有, 本论文的研究内容不得以其它单位的名义发表。本人完全了解华北电力大学关于保存、使用
学位论文的规定, 同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版本, 同意学校将学位论文的全部或部分内
容编入有关数据库进行检索, 允许论文被查阅和借阅, 学校可以为存在馆际合
作关系的兄弟高校用户提供文献传递服务和交换服务。本人授权华北电力大学, 可以采用影
印、缩印或扫描等复制手段保存、可以公布论文的全部或部分内容。
本学位论文属于 (请在以上相应方框内打“√”) :
保密□, 在年解密后适用本授权书

- 2 -

不保密□

作者签名： 日期： 年月日

导师签名： 日期： 年月日V

摘要

随着电力改革进入深水区，我国电网经营模式逐步向构建竞争公平、功能强大、稳定有序的电力市场体发展。目前，随着发售电侧市场进一步放开、碳交易市场的建立运行，我国现阶段电力市场呈现以下特点：①电价体系双轨制运行：

以市场化交易电价和输配电价为基础的新电价体系、和以上网电价和销售电价为基础的原有电价体系同时运行；②售电市场放开，随着民间资本入驻，售电公司数量呈井喷式发展；③电网公司盈利模式将从原来购销价差模式逐步过渡到只收取合适范围的输配电费；④发电侧市场将发生重大改变，发电企业一方面可直接同用户进行电能交易，扩大盈利范围，另一方面随着碳交易市场的建立，

机组边际成本将会增加，经营成本将会大幅提升，影响发电企业的盈利水平。

本文一共分为 5 个章节的内容，主要对当前电力市场背景下，发电企业竞价上网模式以及各类成本特别是碳成本影响下的出清结果进行比较分析，并对发电企业的出清机制进行了模拟仿真。具体内容如下：

1. 本文首先对当前电力体制改革的背景及必要性进行了阐述，分析了国内电力市场的研究现状，并对美国、英国、北欧电力市场现状及其交易的特点进行了介绍。接着介绍了电力市场的基本概念，通过分析国内外学者的理论，得出了自己的观点，即电力市场是电力交易主体按照一定的交易规则，围绕电力及相关的辅助服务的交割和数量进行的决策的交易关系的总和。

2. 基于电力市场主体及其基本任务，梳理了绝大多数电力市场进行电力现货出清时，必须经历的步骤，以及电力市场的 5 种交易类型，提出了我国电力市场交易模式的选择，即采用中长期合约合作交易模式为主导，现货市场为补充，逐步发展期货、期权、金融价差等多种交易模式的电力市场交易结构，并将中长期合作电量纳入现货市场统一出清的全电量电力市场模式。

3. 接着对电力市场的竞价模式进行研究，主要包括集中竞价、协商交易和挂牌交易等，并对发电企业竞价上网的模式进行分析，提出发电企业主要可以通过基于成本分析的方法、套期保值的方法、以及博弈的方法进行竞价上网，通过以上分析，提出了发电企业竞争的本质上是发电成本的竞争，只有通过建立科学的报价体系、对机组的运行状况进行衡量，辅以有效的竞价策略系统，才能够得以使得自身的上网电量和利润最大化。

4. 接下来对企业的发电成本特别是碳成本进行了深入研究，并运用 MATLAB

系统进行出清模拟，得出在报价系数不同以及碳成本影响下，发电企业不同的报价结果并进行比较分析，并分析不同因素对发电企业利润所产生的影响。

关键字：售电侧放开，电力交易模式，竞价上网模式，碳成本，市场出清

VI

Abstract

Along with the electric power reform entering the deep water area, the electric network management mode of our country has developed from the original vertical integration monopoly management mode to the construction of the electric power market with fair competition, powerful function, stable and orderly. At present, the market at the generation and sale side has been further liberalized, and China's current market has the following characteristics: The electricity price system operates in a dual-track system, with the new electricity price system based on market-oriented transaction price and transmission and distribution price operating simultaneously; the electricity market is liberalized, with the entry of private capital, the number of power sales companies will develop in a spurt, the position of power grid companies will change qualitatively, and the profit model will gradually transition from the original purchase-sale price differential model to the transmission and distribution charge within a suitable range. Power generation side market further open, can be directly with users or sales companies directly contact, electricity trading, has greatly stimulated the enthusiasm of power generation enterprises. This paper is divided into five chapters, the concept of the power market and Base analysis, and the power market clearing mechanism simulation. The details are as follows: 1. In this paper, the background and necessity of the current power system reform are expounded, the research status of the domestic power market is analyzed, and the current situation and trading characteristics of the electricity market in America, Britain and northern Europe are introduced. Secondly, the basic concept of electricity market is introduced. By analyzing the theories of domestic and foreign scholars, the author comes to his own view that electricity market is the main body of electricity trading according to certain trading rules, the sum of the trading relationships in which decisions are made about the delivery and quantity of electricity and related ancillary services. 2. Based on the main body of the power market and its basic tasks, this paper sorts out the steps that most power markets must go through when they carry out the spot sale of electricity, as well as the five types of transaction in the power market, and puts forward the choice of the transaction mode in China's power market, that is, the electricity market trading structure with medium-and long-term contract cooperation trading mode as the leading one and the spot market as the supplement, and gradually developing futures, options, financial price differentials and other trading modes, and the medium and long-term cooperative electricity market into the spot market unified out of the total electricity market model. 3. Then it studies the bidding models of the electricity market, mainly including centralized bidding, negotiation and listing transactions, and then analyzes the bidding models of China's power generation enterprises, it is put forward that the power generation enterprises can bid for the power grid mainly through the methods based on cost analysis, hedging, and game, it is proposed that the competition of power

generation enterprises is essentially the competition of power generation cost, secondly, a scientific bidding system should be set up to measure the operation status of generating units, supplemented by an effective bidding strategy system, that allows its own power and profit maximization. 4. Then, the cost of power generation, the cost of ancillary services and the cost of carbon are studied deeply, and the marginal cost of power generation in different electric generator is a curve related to output.

Finally,

using Matlab node system to carry out clearing simulation, and different bidding coefficient, the bidding results of power generation enterprise comparative analysis, the final analysis of the impact of carbon cost on different power generation enterprises.

Keywords: Power sales side open, power trading mode, bidding network mode, market clearing

VII

目录

摘要

..... I	
Abstract.....	
..... II	
第 1 章绪论	
... 1	
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的与意义	2
1.3 国内外电力市场研究现状	2
1.3.1 国内电力市场研究现状	2
1.3.2 国外电力市场研究现状	4
1.4 售电侧放开下电力市场化交易基本框架模式	7
1.5 本章小结	8
第 2 章电力市场概述	10
2.1 电力市场基本概念	10
2.2 电力市场的主体及其基本任务	11
2.2.1 电力市场的主体	11
2.2.2 电力市场基本任务及流程	12
2.3 电力市场交易类型	13
2.3.1 现货市场	13
2.3.2 远期市场	14
2.3.3 期货市场	14
2.3.4 期权市场	15
2.3.5 金融价差合同	15
2.3.6 我国电力市场交易模式的选择	15
2.4 电力市场设计原则	16
2.5 本章小结	18
第 3 章电力市场竞价机制	19
3.1 电力市场竞价方式	19

3.1.1 集中竞价 19

3.1.2 协商交易 20

3.1.3 挂牌交易 20

3.2 我国发电企业竞价上网策略选择 21

3.2.1 基于成本分析的方法 21

3.2.2 套期保值理论 22

3.2.3 博弈论 23

3.3 我国发电企业竞价上网的应对策略 24

3.4 本章小结 24

第 4 章发电企业竞价上网模型 25

4.1 报价形成机制之发电成本 25

4.2 报价形成机制之辅助服务成本 26

4.3 报价形成机制之碳成本 28

4.3.1 相关理论支持 28

4.3.2 碳成本模型 28

4.4 输电权 29

4.5 发电企业边际成本 30

4.6 本章小结 30

第 5 章全电量电力现货市场出清模拟 31

5.1 电厂中长期电量的优化分解 31

5.1.1 相关理论支持 31

5.1.2 中长期合约电量分解优化仿真 32

5.2 全电量电力现货市场出清模拟 34

5.3 碳成本影响下的电力现货市场出清模拟 38

5.4 本章小结 39

第 6 章结论与展望 41

参考文献 42

致谢 45

作者简介 46

1

第 1 章绪论

1.1 研究背景电力发展是国家经济发展的强有力支撑，也是工业生产和居民美好生活的重要保障，居民电气化率更是被纳入评价生活水平的重要指标之一，因此电力系统的一系列流程，电能生产、输送、销售、交易、使用等一系列环节的有序操作更显得尤为重要。2002 年，我国下发了《电力体制改革方案》，

确立了“厂网分开、主辅分离、输配分开、竞价上网”的改革方针，为我国大力推进电力行业改革与发展指明了方向。2014 年底，我国推出了新电改政策，

旨在进一步完善我国电力行业的规章制度，使国家电网安全稳定运行，该政策瞄准于“输配分开、竞价上网”，适当地放开配电侧与售电侧的增量部分，

鼓励并引导更多社会资本入驻电力市场。新电改政策的出台既能够强化国家对电网领域的全面化、动态化、持续化监管，也有助于改善工作效率，有效节约电力成本，抑制或者避免电价波动，全面改善国家电网的运行安全性与可靠性。2015 年，国家发布了《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》，

以实现通过打破垄断、开放竞争性业务，以达到供应多元化，提升整个电力行业的经济效益的目的。由此推动电力行业稳健持续发展，全面贯彻并积极落实节能环保理念，促进经济效益与社会效益的高度统一的目的[2] 。

随着电力市场改革的推进，我国碳交易市场也逐步建立并完善。2011 年

10 月，随着《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》的印发，北京等七省

市碳交易市场试点工作展开，拉开了我国碳市场从无到有的序幕。2017 年 12

月，随着《全国碳排放权交易建设方案（发电行业）》的印发，全国碳市场建设正式启动。2020 年 9 月，随着“2030 年实现碳达峰、2060 年实现碳中和”

目标的提出，我国碳交易市场建立步伐不断加快。

由于历史原因，电力交易市场和碳市场分属两个不同的市场，分别由不同的国家监管部门负责建设并监管，但由于电力行业碳排放占比大，因此两个市场的交易主体重合度很高。目前两个市场出现无法有效协同、市场功能存在重复与交叉、经营成本过高等问题。具体集中在以下几点：①市场功能重复交叉。电力市场中的可再生能源超额消纳交易、清洁能源补贴等与碳市场中的碳配额等功能高度重复与交叉；②市场覆盖范围不全。目前电力市场 2

中只对部分用户开放，而碳交易市场也只监管电力行业及少部分工业部门；

③经营成本高。由于电力市场和碳市场交易、监管分属不同机构、部门，均独立运作，因此，管理成本高。因此，这一系列问题尚未解决，使得目前的电力市场功能相对还未完善、电价形成机制远未达目标。

1.2 研究目的与意义在完全竞争的电力市场中，发电企业采取何种竞价上网模式关系到企业获得利润的多少，根据西方经济学原理，当边际成本不等于边际价格时，资源配置是帕累托效率低下的，如两者相同，价格则为最优价格，此时，资源配置实现帕累托最优[6]

。因此制定出适合本厂实际情况的竞价策略，可以使得自己的利润达到最大化，从而在市场中占据优势地位。本文在结合我国电力市场现状的基础上，

通过分析发电企业的发电成本，建立相关竞价上网模型，使发电企业得以用最优报价进行竞价上网，从而获得最大化的利润。

我国电力市场中竞价上网模式相对来说还不是很完善，因此研究发电企业的竞价上网策略、发现发电企业的真实的发电成本，不仅对发电厂来说意义重大，

而且对建设竞争有序的电力市场也具有重要意义。同时，对于发电企业来说，特别是火力发电厂而言，它需要同时参与电力市场与碳交易市场，将碳价纳入发电成本，将在一定程度上影响着电力市场出清情况，因此，探究碳成本对于发电企业竞价的影响，也有着深远的意义。

本次研究以现阶段取得的基本理论为基础，通过分析借鉴其他国家成熟的范式，对我国现阶段改革中的一些现状及问题进行研究并提出相应的解决方法，希望本文可以对当前的理论研究提供一定补充，为发电企业竞价上网模式提供参考。

1.3 国内外电力市场研究现状

1.3.1 国内电力市场研究现状

新一轮电改自 2015 年拉开了序幕，中发 9 号文颁布以来，确定了三放开、

一独立、三加强改革框架，6 个改革的相关配套文件也随之下发。2016 年 3 月 1

日，北京电力交易中心（负责国家电网经营区域）和广州电力交易中心（负责南方电网经营区域）正式建立。截止 2017 年，各省先后建立了自己的省级电力交易中心，由此全国范围内的交易体系初步建立。2017 年 9 月，国家发改委和能源局联合发文，确定了南方（以广东省起步）、蒙西、浙江、山东、山西、福建、3

四川、甘肃等 8 省作为第一批试点地区，并于 2018 年启动电力市场试运行。目前，国内电力现货市场试点总体情况见表 1-1。

表 1-1 国内电力现货市场试点总体情况试点省山西甘肃山东浙江现货竞价方式集中竞价集中竞价集中竞价集中竞价电价模式系统边际电价分区电价节点电价节点电价中长期合约类型差价合约差价合约差价合约差价合约电力用户侧参与方式报量不报价暂不参与报量不报价探索双侧报价试点阶段结算试运行结算试运行结算试运行结算试运行试点省福建四川蒙西广东现货竞价方式平衡市场竞价集中竞价集中竞价集中竞价电价模式系统边际电价系统边际电价系统边际电价节点电价中长期合约类型实物合约差价合约+实物合约实物合约差价合约电力用户侧参与方式暂不参与暂不参与与双侧报价报量不报价试点阶段结算试运行结算试运行结算试运行当前，我国电力市场主要分成中长期交易和现货交易两种。多年、年、月、

周等日以上时间周期交易的电量组成了中长期电量交易市场，同时包括可中断负荷及调压等辅助服务交易，而现货市场主要包含日前、日内、实时交易电量，同时包含备用和调频服务交易[7-8]

。目前，全国各个省（市）均已建立中长期电量交易市场，而现货市场仅处于试点阶段，还未在全国范围内推广应用。

近年来，我国电力市场建设日臻完善，多元化的市场主体已经形成，市场化电量逐年稳步提升，清洁能源占比也日益扩大，取得了阶段性的成就。其中，以江苏电网为例，根据江苏省电力交易中心发布的数据显示，2020 年，省间购电通道增长到 7 条，总购入电量 1345.58 亿千瓦时，跨区跨省送出电量 45.38 亿千瓦时，合计净购入电量 1300 亿千瓦时，同比增长了

8.2%。2020 年发电企业参与市场化交易 74 家，交易电量 2420.88 亿千瓦时，占江苏市场化交易总电量

80.86%。近 3 年的发展情况，如图 1-1 所示。4

图 1-1 近 3 年江苏省发电企业注册即交易情况

2020 年在江苏电力交易中心注册生效并参加交易的 100 家，签约总电量

2549.88 亿千瓦时。具体情况如图 1-2 所示。

图 1-2 近 3 年售电公司注册、注销和参与交易情况截止 2020 年参与江苏电力市场的电力用户供给 28520 家，全年市场

化电量规模 2993.95 亿千瓦时，近 3 年电力用户注册数和实际阶段电量情况如图 1-3 所示。

图 1-3 近 3 年电力用户注册数和实际阶段电量情况

1.3.2 国外电力市场研究现状进入 20 世纪后，英美等国家纷纷下达了各种各样的政策推进电力市场改革，5 循序渐进地构建起了交易规范、竞争有序、稳健持续的电力市场。其中美国 PJM、英国、北欧电力市场的发展历程、交易机构、交易模式、辅助服务等较为成熟，因此我们主要探讨这 3 种电力市场交易模式的优势及劣势方面，以便为我国电力市场改革提供一些思路及方法。

1. 美国电力市场自上世纪末，美国就从多方面入手大力推进电力放松管制改革，在妥善处理加州能源危机等一系列严重事件之后，市场机制运营日臻成熟完善，成为众多国家效仿的对象[9]

。美国各州可根据自身的情况，自行制定相关的政策法规，并选择是否实行竞争性电力市场模式，因此，美国有的州坚持传统的垄断电力供应模式，继续实行垂直一体化供应，有的州开放电力市场竞争，用电客户可在市场上自由选择售电公司进行电能买卖活动[10]

，如图 1-1 所示。其中 PJM 市场是最具代表性的电力市场之一，它的市场体系相对来说较为完备，有着运行效率高、完全竞争性等特点。作为一个非盈利机构，PJM 负责运行与管理美国大西洋沿岸 13

个州及哥伦比亚特区在内的电力交易市场，它的主要作用有以下几个方面：

(1) 负责电网的日常运营，保障电网供需电量的平衡，监控电网的运行，避免发生大规模电力事故。

(2) 负责电力市场的运营工作，管理竞争性的电力批发市场。

(3) 负责规划电网的扩容等方案，规划期长达 15 年之久。

从交易品质来看，PJM 电力交易市场包含能量市场、容量市场、辅助服务市场、金融输电权市场。其中电能量市场包含日前市场和实时市场这两个市场，均采用全电量的竞价模式，出清电价采用节点边际电价。

除此之外，美国还实行绿证制度来支持可再生能源的发展。除了政府强制规定清洁能源在电力供应中的占比之外，用户还可自主选择购买清洁能源发电的电力，以支持可再生能源的发展。

图 1-4 美国电力市场格局 6

2. 英国电力市场英国是最早进行电力市场化改革的国家之一，自 20 世纪 90 年代就开展电力改革工作。通过改革，英国电力市场主要经历两次重大的调整，第一次调整是在

2001 年，从电力库模式转变为双边交易模式为主的新电力交易机制（NETA），该

机制目的是改革原有机制下电价定价不合理，政府操作市场等问题，构建一个以双边合同为主的交易机制。2005 年，开展了第二次电力改革，从 NETA 方式转变为统一的英国电力交易与电力输送制度（BETTA），目前该市场经营范围遍布英格兰、威尔士和苏格兰等地区。新机制的建立，在全国范围内构建了一个统一的竞争性市场[11]

，并实现全国电力系统的统一运营，保障了供电质量和系统的安全运行。

近年来，为了应对传统能源资源不足，减少能源资源的对外依存度，以低碳为核心的新一轮电力体制改革正在进行中。由于碳排放目标的压力，燃煤及燃油机组近年来被大量关闭，而可再生能源机组及其他类型的绿色发电机组被大量投用，这就迫使英国的电力市场机制进行升级改造，以保证供用电安全，本次改革的内容主要包括以下几个方面：

(1) 为调动低碳电力生产的积极性，改革提出了固定上网电价与差价合约相结合的机制。在此背景下，低碳电源的合同价格由政府制定，并由政府设立的机构与之签订差价合同，确保低碳发电商可以以合同价格获得收入，同时该机构与售电商签订售电合同，按售电量分摊来收取低碳费用，来补贴对发电商发电的成本支出。

(2) 逐步建立容量市场。为合理规划发电基础设施的建设，改革提出了建立容量市场机制，由英国国家电网公司作为主体机构，来实施差价合约和开展容量市场。通过合理评估未来几年的电力增长情况，英国国家电网公司组织容量拍卖并代表售电商向发电企业、需求侧资源、储能机构等收购容量，中标者需足额发电。

(3) 设置碳排放标准。该规定指出，新建的化石燃料电厂的二氧化碳排放标准为 450g/kWh。

(4) 建立碳底价保证机制。英国政府规定 2020 年的碳交易底价为 30 英镑/吨，当欧洲碳排放交易市场的成交价低于此价格时，英国政府补偿差价。值得一提的是，到 2030 年，该底价将提高到 70 英镑/吨。

3. 北欧电力市场

1993 年北欧电力交易市场正式创建，成为截止到现在仅有的、一个在多个 7

不同国间开展电力交易的庞大市场。挪威、丹麦等国家是市场的重要参与者，其各自的电网公司也在北欧电力市场中占据着举足轻重的地位。挪威地区水电等清洁能源资源丰富，因此挪威的发电装机全部是水电机组，而瑞典和芬兰综合了水利、核能以及火力发电的发电厂，丹麦则是以火力发电厂为主。因此我们可知，

四国在电力方面各有千秋、优势互补，为其开展长期交易夯实了重要基础。北欧电力市场运作模式为，市场运行与电网运行互相独立、交易与调度的职能由不同的机构运行。

电力交易所主要负责物理市场运行部分，而金融市场的运行交由纳斯达克交易所运行，而电网的实时调度与规划是由各国的输电运行机构负责。该种模式下的电力交易可分为期货、现货以及实时交易。期货交易和现货交易在北欧电力交易所进行，而实时交易是在全网平衡的前提下，由平衡市场负责组织运作，并依据市场成员的报价确定。现货市场可分为日前、日内以及平衡市场三部分，其中日前市场是物理市场，主要为交易双方匿名报价、交易中心集中撮合的市场，它采用电价分区来引导电能能在盈余紧缺区域之间流动，这种交易方式相较于长期合同来说，价格起伏较大，不利于企业核定成本，因此电力公司大多采用签订大量期货合同，来降低购电成本。

相较于美国和英国电力交易市场来说，北欧四国的电力市场运作模式有着自己的特点。其一，北欧四国没有自己的独自的电力交易中心，开展的每一笔交易都通过北欧电力交易中心进行实现，属于典型的跨国电力交易市场。

指 标
疑似剽窃文字表述
1. NETA 方式转变为统一的英国电力交易与电力输送制度（BETTA），目前该市场经营范围遍布英格兰、威尔士和苏格兰等地区。
2. 在此背景下，低碳电源的合同价格由政府制定，并由政府设立的机构与之签订差价合同，确保低碳
3. 合同价格获得收入，同时该机构与售电商签订售电合同，按售电量分摊来收取低碳费用，来补贴对发电商发电商的成本支出。
4. 交易。期货交易和现货交易在北欧电力交易所进行，而实时交易是在全网平衡的前提下，由平衡市场负责组织运作，并依据市场成员的报价确定。

2. 026_第2部分		总字数：8511
相似文献列表		
去除本人文献复制比：5.8%(491) 文字复制比：5.8%(491) 疑似剽窃观点：(0)		
1	区域电力市场环境下载电企业竞价上网策略模型研究 王朔(导师：彭秀艳) - 《哈尔滨工程大学博士论文》 - 2019-06-30	3.3% (278) 是否引证：否
2	B211040009_王朔 王朔 - 《学术论文联合比对库》 - 2019-05-05	3.1% (266) 是否引证：否
3	6_王朔 王朔 - 《学术论文联合比对库》 - 2019-04-30	3.1% (266) 是否引证：否
4	2015439879_王朔_区域电力市场环境下载电企业竞价上网策略模型研究 王朔 - 《学术论文联合比对库》 - 2019-04-29	3.1% (266) 是否引证：否
5	售电侧放开下电力市场化交易模式研究 苏贲(导师：魏想明) - 《湖北工业大学硕士论文》 - 2020-06-30	1.3% (112) 是否引证：否
6	电力市场下改进的AGC机组调节效能计算方法研究 朱光照(导师：李卫东) - 《大连理工大学硕士论文》 - 2012-05-17	0.8% (65) 是否引证：否
7	发电市场竞价模式研究 王云琪;陈刚; - 《能源与节能》 - 2011-05-30	0.4% (31) 是否引证：否
8	电力市场输电定价问题的研究 曹宁(导师：刘建新) - 《华北电力大学（河北）硕士论文》 - 2003-12-26	0.4% (30) 是否引证：否
原文内容		

其二，无论是期货交易，还是实时交易等，它们并非统一进行，而是在相应的机构进行开展。

其三，北欧电力交易模式在发电侧贯彻厂网分开的方针，电力企业既掌控着发电厂，也构建了相应的输电网络，而用户能够结合其实际情况选取相应的售电企业。

1.4 售电侧放开下电力市场化交易基本框架模式通过对美国、英国、欧洲等国电力市场的分析，我们可以发现，世界上其他国家现有的电力市场几乎都是单层结构，无更高一级电力市场对其进行管理。而我国幅员辽阔、地区发展不平衡等特点，决定了我国必须开展分层级的市场结构。

因此根据我国运行发展国家-区域-省（市）的规律，我国的电力市场也宜采用三层电力市场相互耦合的市场结构。如图 1-5 所示。 8

图 1-5 我国电力市场框架结构其中，由于长期以来各省经济发展不均衡，所以各省可根据自己的自身情况选择自己省级电力交易市场交易模式或选择不开放省内的市场交易。作为初级市场，省级电力市场的参与者主要包括省内发电公司、电网公司、大用户等，主要负责省内大部分市场交易合约的签订。而区域电力市场（即二级市场）的交易主体可包含大的国有集团公司，省（市）级电力公司以及参与竞价的发电商等，为了确保电网安全稳定发展，二级市场可建设两级调度交易中心，打破了跨省（市）

电力交易的壁垒障碍，为电力在更高层级的流通实现了可能。而一级市场为国家级的电力市场，区域电网公司、省（市）级电力公司以及特大型发电企业、极个别跨国集团用户等可作为一级市场的交易主体，相比于二级市场，一级市场空间跨度更加巨大，不仅可以调节本国内的电力交易，甚至在未来，还有进行跨国交易、输电的可能。

1.5 本章小结本章首先阐述电力体制改革的背景，中国电力市场体制分布实施，首先实现厂网分开，接着“管住中间、放开两头”，通过让更多资本进入市场，打破传统电力垂直一体化的局面，提高企业效益，降低成本，建立健全电价机制，发现电能的商品属性，全面整合并优化配置资源，着力打造政企分离、竞争充分、规范有序的电力市场体制。接着分析了现阶段研究碳成本的深远意义，不仅对发电企 9

业发现真实的发电成本，采取合适的竞价上网策略、获得最大化利润意义重大，

而且对于我国建设完全竞争的电力市场有着重要的意义。最后介绍了我国电力市场的运行现状，即现阶段我国电力市场的发展才刚刚起步，电价形成机制还未厘清、电力市场发展还不是很成熟，接着着重分析了江苏电网近 3 年来电力市场运行的相关成果，接着介绍了美国、英国、北欧电力市场基本概况及相关特点以及对我国电力系统建设的启示。 10

第 2 章电力市场概述

2.1 电力市场基本概念

20 世纪 80 年代以前, 由于主流经济认为电力工业是自然垄断的产业, 因

此自然不存在电力市场的概念。但长久处于垄断经济体制下, 电力行业出现发展效率低下、政府管控失灵、价格机制不明确等一些列问题, 因此电力产业引入了竞争机制。根据内容及范围的不同, 电力市场可分为广义电力市场和狭义电力市场。

(1) 广义电力市场。广义的电力市场包含电力从生产, 到输送、分配、销售、使用的全过程, 包含发电企业通过相关技术将一次能源转变为电能, 接入电网进入输电环节, 再由配电网将电能接入到用户端进行使用这一些列过程。因此广义电力市场是指包括电力生产、传输、使用和销售的关在的经济体系[12] 。

(2) 狭义电力市场。从狭义的角度来讲, 电力市场具有较强的开放性和竞争性,主要指的是电力供应方与用户在进行谈判等一系列活动之后开展的交易活动, 充分发挥市场力量, 加强对各类主体行为的有效规制与约束, 科学合理地确定产品价格及数量。此类电力市场一般涉及到交易人员、市场价格等相关要素。

市场的特点是开放、竞争、计划和协调。建立电力批发市场是市场化改革的重要任务之一[13] 。

我国电力系统的学者在借鉴前人研究成果的基础上, 从多方面入手阐释了电力市场的涵义。姚建刚表示, 电力市场主要指的是通过计算机等一系列现代化装置, 将电价视为开展电力交易的杠杆, 促进电力系统安全稳定地运行, 在电力供应者、用户等之间进行规范有序地等价交换[14]

。曾鸣表示, 电力市场主要指的是以发电商、用户等为主体, 以电网为中心共同构成。根据交易形式的不同, 可分为两类, 即批发、零售市场。我认为这两种说法均不全面, 姚建刚的理论知识着重强调了电价在电力市场中起到的调节作用, 而忽视了电力市场的交易的主体,

而曾鸣的说法虽谈到了电力市场交易主体, 但并未研究到电力市场这一特殊性质的商品市场与一般商品市场的区别, 具有片面性。所以, 本文认为, 电力市场是电力交易主体按照一定的交易规则, 围绕电力及相关的辅助服务的交割和数量进行的决策的交易关系的总和。 11

2.2 电力市场的主体及其基本任务

2.2.1 电力市场的主体电力市场主体比较多元化, 主要包括发电商、电力交易中心、结算公司、系统运营商、输变电设备拥有者、辅助服务提供者、大用户、监管部门等。按照是否以盈利为目的, 以上几类市场主体又可划分为两类。一类是交易主体, 主要包括发电公司、电力经销商等; 另一类是服务性主体, 主要包括电力调度中心、监管部门等[15-19]

。电力体制改革后, 市场主体将交易频率大幅上升, 并逐步走向破除行业垄断的目标发展。在这种新的市场结构下, 区域电力市场的运营主体及其运营关系可以概括为(图 2-1):

(1) 发电企业(发电商): 发电企业是将一次能源经过一系列的技术过程转变成的电能的企业, 它既包含单一发电厂, 也包含由不同技术类型发电企业构成的发电集团。在发电市场中, 由原来垂直垄断的电力系统中分离出来的 5 大发电集团占据绝大多数市场份额。为了最大程度获取盈利, 各发电企业可采取套期保值、博弈等措施来规避风险。

为了盘活发电侧市场, 应使发电商的数量保持合理化, 若数量过少, 则可能出现装机容量大、资本雄厚的发电商垄断发电市场的现象, 若数量过多, 容易出现低效率竞争的现象[20] 。

(2) 输配电公司: 随着电力体制的不断改革, 电网企业分为两类: 一是南方电网公司, 主要负责广东、广西、贵州、云南、海南等五省区, 二是国家电网公司, 主要负责国内其他的 26 个省区。无论是哪家公司, 其主营业务都是负责投资、建设、经营、管理输配电业务, 保证输配电网的安全稳定运行。在仅发电侧市场放开时, 电网企业作为单一购买商, 从发电公司购买电能, 并将其出售于相关公司, 最终将其销售至终端用户。

(3) 电力销售企业: 电力销售企业可直接从批发市场购得电电力, 并零卖给用电户, 因此大多数具备一定的资本以及计量电能的能力[21] 。

(4) 电力交易机构: 电力交易机构主要负责买方、卖方投标及报价匹配,

并经过一系列的规则撮合用户达成交易合同的中间机构, 它的性质就要求它必须独立于发电商、电网企业、输配电企业之外, 以此来保证交易的公平性。

(5) 电力用户: 小用户通过售电企业购买电能, 而大用户可以直接参与发电侧市场竞价进行电力直购[22] , 少数规模极大的用户甚至能直接与输电系统连接。

(6) 政府监督管理机构: 确保电力市场公平有效运营的政府部门。可以确定或批准电力市场规则并约束违规行为。 12

图 2-1 电力市场运营主体关系图

2.2.2 电力市场基本任务及流程由于电力市场与电力系统运行是密切耦合的, 电力市场建设时, 必须要通过对应的交易或运行实体, 来组织各环节的任务。通过研究国内外电力市场模式 [23-24]

, 我们可以得到以下关于电力系统运行的流程图, 如图 2-2 所示。

图 2-2 电力市场基本任务流程图由图 2-2 可知, 在电力市场中, 发电商根据成本及相关信息确定自己的报价,

电力交易中心按照供需曲线确定市场出清, 并将出清结果呈报给系统运营商, 系统运营商进行安全验证, 此时若未通过验证, 则将系统运营商的建议方案递交计划协调员, 协调员通知市场成员开展新一轮的报价, 直至通过安全校核为止[25] 。

通过安全校核后, 调度系统根据交易方案通知各市场成员开展对应的发、输、配、

用、辅助服务等服务, 直至本轮交易完成, 最后由交易中心根据报价及产生的电量开展结算。
其中,系统运营商负责电力系统的运营工作, 并为系统中的所有用户提供服务。根据电力市场的不同, 运营商的职能也各不相同, 主要职责包括制定系统的运行方式、监控系统并实时调度、进行安全分析、市场管理及辅助经营服务。而电力交易中心是提供电能及相关辅助交易的场所, 根据一定的规则, 促进交易的双方开展协商并达成一致交易的意向。交易中心还承担着按一定的规则确定市场出清价格并开展电能结算[26-28] 。

通过研究国外电力市场, 我们发现, 根据市场的复杂程度以及各地区不同的特点, 不同电力市场中市场成员的职能会有很大的差别。比如美国 PJM 电力市场,

该市场集系统运营商和电力交易中心于一体, 而计划协调、输变电设备、辅助服务业务独立存在。而在挪威电力市场中, 系统运营商、输变电设备拥有者为一体,

而电力交易中心、计划协调员、辅助服务等独立于系统运营商运营。

2.3 电力市场交易类型购售电双方进行电能交易时，除了确定商品的质量、数量和价格这几方面因素，电能量交付的时间、相关费用结算的方式、是否存在附加条款等因素也被纳入考量，根据解决问题方法的不同，所签署的合同类型也就有所区别，进而区分不同的交易类型，现阶段，主要分为以下几种类型的电力市场：现货市场、远期市场、期货市场、期权市场以及国外市场的金融价差合同。

2.3.1 现货市场在现货市场里，买卖双方奉行一手交钱、一手交货的原则进行电能量交易。

此类市场的背后隐藏了延续几个世纪的交易惯例，虽然随着电子信息等技术的发展，现代电力市场变得更加复杂，但其背后的基本原理未曾改变。

现货市场最突出的优点在于其直接性。在现货市场中，电力生产商可出售其拥有的所有电能量商品，用户或售电公司可按照自身的需求直接购买所需的商品。但此种交易模式存在着一些风险，即商品价格波动较大。如若发生可交付的商品库存有限（或机组故障停运等因素导致产出的电能减少）、需求的突增等情况，此时便会造成商品供不应求，市场就变成了卖方市场，此时就会出现电价突增的情况；如若产品的供给过剩，或市场需求的突降，此时便会造成商品供大于求的情况，此时市场就变成了买方市场，此时就会出现电价突减的情况，因此现货市场中价格变化很快，可能会危及电力系统的良性发展。站在交易双方的角度， 14

为了合理规划自己的生产活动，绝大多数经营者会尽力减少其面临的价格波动风险，比如电力生产商会尽量避免以低价出售电能商品，售电公司也不希望被迫以高价收购电能，为了避免此类情况的发生，我们引入了其他类型的交易和市场来进行规避风险。

2.3.2 远期市场为了规避现货市场价格波动的风险，政府引入了远期市场。远期市场主要是运营远期合同交易的市场，目前主要在欧洲开展。远期合同就是指电能交易双方约定，在未来的某一时间，按照合同约定的价格和约定的方式来买卖约定数量的标的物的条约。其中，未来买入标的物的一方为买方，在未来卖出标的物的一方为卖方，合同中约定的标的物的价格为交割价格。远期合同到期时，合同双方须以合同规定的交割价格进行商品交接。

远期合同实际上是一种预买预卖合同，买卖双方根据自己能承受的价格开展协商交易。商品提供者预先锁定了销路和价格，商品需求者预先确定了货物的来

源以及成本，这有利于交易双方更好的安排未来的生产经营活动。虽然远期合同

一方面可以为商品需求方提供稳定的货物来源，另一方面为生产方带来稳定的需求，提前锁定商品的交割价格，但它也存在一些不足之处：①由于每一份合同都需要买卖双方进行协商，因此势必造成谈判代价高昂，无形中增加了交易的成本。②商品交易缺乏灵活性。若将远期合同的各项条款标准化，则交易双方的成本将会下降，转售合同也成为可能。针对这一点，我们引入了期货市场和期权市场。

2.3.3 期货市场期货市场主要进行电力商品的期货交易，而期货合同是电力的金融衍生品。

期货交易是从远期交易发展而来，将远期合同的各项条款标准化是期货合同形成的重要标志。其中，电力商品的质量、数量、计量单位、交货日期、方式及交货地点等信息都以标准化的形式加以固定，这也是能交易更加的顺畅，为合同的转售做好了准备。

交割实际商品不是期货交易的必要条件，实际上，实际商品交割一般只占期货交易的很少一部分，只有百分之几。期货交易的主要目的在于规避价格风险，

它中间蕴含的经济学原理在于，商品的期货价格和实时价格应受相同的经济因素的影响和制约。在充分竞争市场中，当所有市场的参与者接触到足够的信息时，

期货的价格便能够反映实时价格的期望值，两者走势一致，即期货价格随着实时价格的上升而上升，随着实时价格的下降而下降。并且当期货合同接近交割时间 15

时，期货价格与实时价格的差值趋近于 0。

2.3.4 期权市场期权市场主要进行电力商品的期权交易。同期货一样，期权合同也是电力金融的主要衍生品之一。不同于期货合同与远期合同需要按期交割，期权合同赋予期权的持有者执行合同的选择权。这种附带执行选项的合同，即允许其持有者选择是否执行合同，这种合同称之为期权合同。期权包含买入期权和卖出期权，期权购买者通过支付期权费用，与合同相关方约定在特定期限内以商定的价格购买或出售某种商品。其中买入期权赋予持有者以行权价格买入规定数量商品的权力，卖出期权赋予持有者以行权价格卖出规定商品的权力。当期权购买者认为以合同价格买入或卖出商品不划算时，有不进行商品交易的权力。

按照交易日期的不同，可分为欧式期权和美式期权。其中欧式期权持有者只能在合同的到期日才能执行，而美式期权持有者可选择在到期日之前任意时间执行。

2.3.5 国外市场的金融价差合同在某些电力市场中，电力生产者和购买者只能通过集中市场进行电力交易，

无法使用远期合同、期货合同、期权合同等手段来规避交易风险。因此，价差合同机制被引入市场。

在差价合同中，买卖方可为了减少交易风险而自行商定商品的履约价格和交易数量。合约签订后，他们就可以与其他市场参与这一样参与集中市场，市场交易完成后，差价合同可按照如下方式结算：①若差价合同中约定的履约价格高于集中市场价格，购买方需要向卖出方支付两种价格的差价乘以合同规定的交易数量的金额。②若差价合同中约定的履约价格低于集中市场价格，购买方需要向卖出方支付两种价格的差价乘以合同规定的交易数量的金额。价差合同既能使交易上方能够参加集中市场交易，又能在一定程度上规避风险。该模式可认为使具有相同行权价格的买入期权和卖出期权的组合。

2.3.6 我国电力市场交易模式的选择电能作为一种特殊的商品，除了具备一般商品供给、需求、市场均衡、供给调整等属性，还有其特殊之处。具体表现为以下三点。其一，电磁波传播的速度与光速相同，且无法实现大规模储存，因此电力的发、输、变、配、用均在同一

瞬间完成，因此电力交易市场所供求关系须在电力系统的每一时刻均要达到平 16

衡。其二，电网最大输送电能的能力是一定的，受多种物理因素如电压等级、电缆型号、输电线型号规格等的影响，因此当输送电能超过电网承受最大限值时，

电力系统安全、稳定运行将受到影响。因此，在设计交易模式时要保证市场需求和约束边界数据的合理性，确保获取足够

的备用能保证系统的安全稳定运行。其三，电能在网上输送取决于输电网络特性、电源分布、负荷分布、网络结点等物理特性，此时，合约就不再对现实电能的分配产生影响。

以上三点电能的特殊属性就要求我们无法采取单一的中长期合作交易模式或单一现货市场交易模式或单一期货市场交易模式。其中中长期合约合作交易模式中，电厂通过与零售商、用户等签订长期协议，可有效的安排发电计划，可提供类似于其他可存储商品的某种事前保护，将电能商品化，签订这种协议可有效降低电价波动风险。电力现货市场，通过实时进行物理交割，以达到供需关系平衡的目的，因此此种模式下的交易范围往往出现在交割前的数个小时乃至一日内。这几种交易方式各有其适用条件及规则，因此缺一不可，组成了电力市场交易中不可或缺的一部分。

2.4 电力市场设计原则通过第三章对美国电力交易市场、英国电力交易市场、北欧电力市场交易的分析，我们发现，不论哪种交易方式，都存在一定的弊端。因此，针对我国国内电源资源与负荷中心逆向分布、各省经济发展不均衡的现状，我们无法直接套用国外的电力市场交易模式，必须结合我国的具体国情，探索出适合我国国情的电力市场模式。

总的来说，我国电力市场的总体设计应满足以下原则：

(1) 尊重市场发展规律，给予摸索及成长的时间。建立一个功能完备、开放竞争的电交易市场并不是一蹴而就的，任何事物的发展都是螺旋式前进的过程。市场监管、市场运作等都需要在摸索中发展和完善，所以，我国在构建和发展电力市场的过程中，务必要沉着应对、理智决策，切勿由于贪图进度而忽略质量，应在综合考虑各方面因素的基础上进行改革与发展。作为当前最新确立的现货与金融相结合的发展模式，它是我国在综合考虑市场经营发展态势、持续推进变革的过程中逐步形成的新发展模式，希望能够构建起功能完善、运作稳定、竞争充分且有益于实现稳健长效发展目标的电力交易系。

(2) 推动电力系统稳定可靠地运行。电力系统能否稳健可靠地运行不仅会对广大民众的日常生活带来较大影响，也会对工业生产产生深刻影响，一旦电力中断或者发生故障，势必会引起社会混乱并令各行各业蒙受惨重损失。所以，维护电网安全可靠地运行是设计一切电网交易模型的基础。由于交易规则及监管漏

洞，美国近些年来已连续发生若按此电网运行事故，势必会造成严重的损失，所以，我国在构建电力系统的过程中，务必要高度强调电网运行的安全性与可靠性，

无论是在交易出清环节，还是在电网运行方面，都需要采取合理有效的安全措施，

保障电网稳健、安全、可靠运行。

(3) 有利于新能源、区域能源实现优化配置。2020 年 9 月，中国在联合国大会上向世界宣布了 2030 年实现碳达峰、2060 年实现碳中和的目标（如图 2-3

所示），而目前，在能源供给侧，电力领域产生的碳排放总量占我国碳排放总量的 40%以上，因此减少传统能源发电是我国实现碳排放量降低的极为重要的一

环，如火力发电厂的上网电量，加大清洁能源、可再生能源等的发展。因此，可再生能源发电的消纳也是我国在建设电力市场时必须要考虑到的因素，同时，还应该充分考虑地区能源发展需要，设计合理的交易规则来鼓励和支持新能源消纳，支持分布式电源、储能、需求相应等参与市场，逐步建立起一个开放、竞争、

互动的电力市场。

图 2-3 各行业实现碳中和的要点

(4) 因地制宜，制定合理的电价机制。我国由于地区经济发展不均衡，东部沿海地区经济发展迅猛，西北部由于历史及地理原因，经济发展较为落后，各省应当根据自身情况制定之和自己本身特色的电力零售市场的政策法规，有些省份目前阶段可不放开零售竞争。因此，在保障经济发达地区用户可在不同售电公司自由选择产品的同时，对经济落后地区，电网公司要承担起兜底工作，电力消费者可以从所在地区的公司按公司购买电力。

2.5 本章小结本章首先介绍了电力市场的基本概念，包括广义电力市场及狭义电力市场，

接着通过引入不同研究学者对于电力市场的理解，在此基础上提出本人的见解，

即电力市场是电力交易主体按照一定的交易规则，围绕电力及相关的辅助服务的交割和数量进行的决策的交易关系的总和。

接着本章又介绍了电力市场的主体及其基本任务，首先介绍了发电商、电力交易中心、结算公司、系统运营商、输变电设备拥有者、辅助服务提供者、大用户、监管部门等市场主体在电力市场中的主要作用，接着并对电力市场的基本任务及工作流程做了大概的分析，即在电力市场中，发电商首先开始报价，接着电力交易中心进行市场出清，通过安全校核后，调度系统通知成员开展对应的发、

输、配、用、辅助服务等服务，最后由交易中心根据报价及产生的电量开展结算。

接着介绍了电力市场的交易类型，按照电能交付时间、结算的方式、是否存在附加条款等因素，可以区分不同的交易市场，即主要分为现货市场、远期市场、期货市场、期权市场以及国外市场的金融价差合同等，通过分析这 5 种交易市场的特点，得出现阶段我国应构建远期市场为主，现货市场为辅，多方面开发期权、期货等交易的电力市场的结论。

最后提出了我国电力市场在设计时应遵循的基本原则，以保障电力系统得以稳定地运行，除此之外，我国在进行电力市场化交易时，还应充分考虑到碳成本，

助力国家完成在 2030 年实现碳达峰、2060 年实现碳中和的目标。

3. 026_第3部分		总字数：8816
相似文献列表		
去除本人文献复制比：14.4%(1273)文字复制比：14.4%(1273)疑似剽窃观点：(0)		
1	售电侧放开下电力市场化交易模式研究 苏贲(导师：魏想明) - 《湖北工业大学硕士论文》 - 2020-06-30	5.3% (464) 是否引证：否
2	ustb博文B20110444吴磊-20160511查重版 - 《学术论文联合比对库》 - 2016-05-11	3.2% (279) 是否引证：否

3	杨珊珊-基于博弈论的我国发电企业竞价策略研究 杨珊珊 - 《学术论文联合比对库》 - 2014-03-03	2.8% (247) 是否引证: 否
4	32101100405 - 《学术论文联合比对库》 - 2014-02-28	2.8% (247) 是否引证: 否
5	东凌经济管理学院B20110444吴磊管理科学与工程 - 《学术论文联合比对库》 - 2016-05-05	2.7% (237) 是否引证: 否
6	全国碳市场背景下电力行业碳价传导机制研究 窦真兰;张春雁;韩冬;周炜; - 《上海节能》 - 2021-03-31	1.2% (107) 是否引证: 否
7	考虑网损的发电商垄断行为及其规制竞价机制研究 艾江鸿(导师: 任玉珑) - 《重庆大学博士论文》 - 2011-04-01	1.1% (98) 是否引证: 否
8	售电侧放开对省级电力交易中心业务的影响 王中荣;张志刚;宋莉;徐新燕; - 《经营与管理》 - 2016-03-15	1.0% (84) 是否引证: 否
9	衍生金融工具套期保值策略分析 何娜; - 《中小企业管理与科技(上旬刊)》 - 2021-07-01	0.5% (41) 是否引证: 否
10	复习资料 - 电力市场类 - 百度文库 - 《互联网文档资源 (https://wenku.baidu.)》 - 2019	0.4% (36) 是否引证: 否
11	基于大数据背景下电力企业财务风险的防控研究 席经纬; - 《中国外资》 - 2020-10-25	0.4% (31) 是否引证: 否

原文内容

19

第 3 章电力市场竞价机制

3.1 电力市场竞价方式电力市场开展的交易品种多寡、交易周期是否多样、是否采用符合实际的交易方式等因素，已成为衡量电力市场建设纵深程度的标杆。当前我国电力市场中，主要的竞价方式主要有：集中竞价、协商交易、挂牌交易等几类。

3.1.1 集中竞价集中竞价交易在大宗商品中，是最常采用的交易组织方式，广泛应用于外汇、期货、黄金、证券等交易中。在电能交易市场中，也是国内外最常采用的交易组织方式之一。在双侧报价市场中，执行集中竞价交易时，首先电力市场主体通过交易平台申报电量电价等信息，其中发电商作为售电方，需申报电量和电价，而售电公司或大用户作为购电方，也同时申报所需的电量电价，接着电力交易机构依据市场交易规则进行市场出清，经电力调度机构安全校核通过后，确定最终的成交对象、电量电价等信息。根据是否考虑输电系统网络阻塞的情况，电力市场出清价格又分为统一边际出清（marginal clearing price,MCP）、节点电价和分区电价三种。

（1）MCP 出清价格机制。是指发电企业在进行申报电量电价时，市场交易中心按照发电企业（或机组）报价由高到低的顺序进行排列，按顺序分配发电负荷，最后一个满足系统所有负荷平衡的发电企业的报价就是系统的最终报价，所有成交的电能均按照此报价进行结算，这个报价就是系统的边际电价。目前，大多数电力市场均采用此种电价机制进行结算。

在以 MCP 出清机制结算的电力市场中，所有发电企业的最终结算价格一样，如图 3-1 所示。

图 3-1 统一出清电价模式 20

在图 3-1 中，横坐标为电量，纵坐标为报价，垂直横坐标的直线 D 为负荷需求曲线（在单边开放市场中，负荷曲线为一条直线，在双侧报价市场中，负荷曲线为阶梯状的倾斜曲线），阶梯状的曲线为按照报价高低排列的发电商累加供给曲线，供给曲线与负荷曲线的交点对应的价格就是市场出清价格，而（A+B）的面积就是此时电力市场中总的购电费用。在该种竞价机制下，可根据市场的需要，将电量分成峰、平、谷段电量，分别进行集中竞价出清。

（2）节点电价模式。节点电价可反应电力系统阻塞情况，因此节点电价由系统电能价格和节点网络阻塞价格两部分组成。其中全市场的电能供需情况可通过系统电能价格反映，而系统网络阻塞情况可通过节点阻塞价格反映。

由于节点电价模式可以反映系统特定节点的电力供需关系，即节点电价高的地方电力供应不足，节点电价低的地方电力供应富余，因此采用此电价模式可在一定程度上引导电力企业投资，故得到世界各国的广泛应用。其突出的优点主要包括以下两方面：①能够自然地运用最有潮流技术处理网络阻塞情况；②节点电价反映了各个网络节点的用电负荷的发电边际成本，可天然的反映市场的供需情况。

（3）分区电价模式。由于节点电价模式需要区分系统中每个节点的阻塞情况，因此计算量异常庞大，由此引入了分区电价模式。分区电价模式实际上就是节点电价模式的简化。在电力系统的实际运行中，输电网络阻塞通常出现在某些区域之间，而区域内部发生阻塞的概率及程度都较小，基于此情况，我们可以将整个市场的电网，按照特定的分区规则划分为若干区域。这些区域是具有相同或相近边际成本的节点的集合，此时各分区的电价可由分区结果和定价模型进行确定，因此分区中的售电企业或大用户可按照分区电价进行结算。

3.1.2 协商交易双边协商交易是非公开的市场竞价的交易方式。在此交易模式下，购售电双方可以就电能交易价格、数量等要素进行协商，随后签订合同并进行交割。协商的双方以自身利益为出发点，开展协商，因此此模式下交易双方的利益可达到最大化。协商交易的最主要特点就是灵活、实用，市场主体可自由选择交易对象进行交易。

而且此模式先交易双方不需要通过电子交易系统进行交易，买卖双方直接见面，技术要求较低。值得一提的是，签订协商交易合同的电量若想参与市场化交易，只需按差价合约方式进行结算即可。

3.1.3 挂牌交易 21

在电力交易平台中，发电商可对外发布可供电量和价格的要约，由符合要求的售电公司或大用户提出接受该要约申请；或售电公司和大用户对外发布需求电量和价格的要约，由符合条件的发电企业提出接受该要约申请。接着经过系统的安全审核，交易达成，此为挂牌交易。即电量出让方或受让方在规定时间内，发布出、受让信息进行挂牌，其他市场参与者可自由选择并认购电量进行摘牌。

在我国挂牌交易市场中，在同一个交易日内，市场参与者（发电企业、售电企业和大用户）可以只挂牌或只摘牌，也可同时进行挂牌摘牌操作。若挂牌的是发电企业，则由售电公司或大用户进行摘牌；若售电公司、大用户进行挂牌，则由发电企业进行摘牌。但发电企业之间、售电企业之间、大用户之间、售电企业与大用户之间均不得互相摘牌。

3.2 我国发电企业竞价上网策略选择发电企业在电力交易市场中的报价直接关系到企业的效益，为了确保发电企业不亏损，发电企业的上网报价就应当大于该企业机组的边际发电成本，为了使企业效益最大化，发电企业在竞价上网时，上网报价应尽可能高，且应能保证发电机组可以尽可能多的发电。因此，上网竞价的策略选择变得尤为重要，目前发电企业进行竞价上网时，主要使用以下三种竞价方法：基于成本分析的方法、套期保值理论、以及博弈论等方法。

3.2.1 基于成本分析的方法在使用基于分析成本的方法确定发电企业的上网电价时，最重要的就是要准确的核定企业的电能生产成本，生产成本再加上合理的利润空间就是企业核定的上网报价。要准确核定企业的生产成本，最重要的就是分析发电机组的平均发电成本以及边际成本。在采用成本分析的方法进行发电企业竞价上网时，只需考虑本企业的电能生产成本，不考虑其他企业的报价。

基于成本分析的方法最直接的优点就是简单易操作，但缺点也很显著，那就是每台机组的效益基本固定，在报价前基本上已经确定，这种方法由于未考虑电力市场的出清情况以及其他发电厂的报价情况，因此无法使发电企业的效益达到最大[30]。在采用统一边际价格出清时，由于不同机组的发电成本不同，市场电价只与最后一台满足电力市场负荷需求的机组报价相同，因此若发电企业的报价单纯以自身机组的发电成本为基础，那上网电价与市场电价可能会发生很大的悬殊。当成本报价高于统一边际价格时，此时的发电机组将会流拍，不允许发电，

出现被迫停机的状况；另一方面，当成本报价低于市场价时，发电企业无法最大化收益。22

因此，在采用成本分析进行竞价上网时，给出的报价并不是发电企业的最有报价，而是可接受的报价，该方法未充分考虑市场因素，灵活性不足。而且进行报价的基础是发电成本分析，因此需要准确地核算发电成本。

3.2.2 套期保值理论由本文 2.3 节的介绍电力市场交易类型中，我们可以了解到，交易双方为了降低由于价格波动带来的交易风险，由此建立了期货交易得，而通过操作电力期货来降低风险的做法，就叫做套期保值。它的主要操作流程是，交易者在电力市场进行实际货物交易（买进或卖出）时，在期货交易所卖出或买进同等数量的期货交易合同作为保值。

电力现货价格和期货所对应的实物的价格走向具有趋同性和拟合性。即电力期货价格和现货市场实物价格走势相同或极为相近，并且随着电力期货交割时间的临近，二者走势逐步收敛拟合，如图 3-2 所示。借助以上特点，我们才得以实现平衡收支、规避风险的目的，即当在现货市场进行交易时，通过在期货市场进行相反的操作（保证交易数量、时间相近），进而可以实现当在现货市场交易出现盈亏时，期货市场正好出现与现货市场相反的结果，这样我们就在期货和现货两个市场中建立了盈亏对冲的机制，从而降低价格波动的风险。

图 3-2 期货与现货价格走势关系图

（1）对冲交易实现避免价格波动风险现货市场交易规模越大，采用对冲贸易来进行规避风险的效果越好。具体操作如下：当发电商想在特定时间段在现货市场出售电能时，可以对应地在期货市场进行卖空操作；若某大用户想在特定时间购买大批电能时，并且担心价格上涨导致成本增加，则它可以在期货市场进行做多交易，以此来规避风险。

我们通常采用简单最小二乘法模型（OLS）来进行套期保值理论分析，相关数据如下式（3-1）：（3-1）23

公式中， ΔS_t 为 t 时刻对应的现货价格， ΔF

t 对应的是 t 时刻的期货价格收益。

该模型通过对现货及期货价格在各个时刻的收益进行分析，并进行最小二乘拟合来得到回归系数 β （套期保值比率），见式（3-2）：（3-2）

（2）有效预测市场实现双倍营收基于前文可知，当我们想要转移价格风险时，我们可以在期货市场进行反方向操作来降低价格风险。但与此同时，当我们对现货市场价格走势判断足够准确，

由于期货市场价格与现货市场具有趋同性和拟合性的特点，我们当然也可以在期货市场进行正向操作来实现双倍盈利。

通过分析可知，当电力期货市场逐渐开放，与电力现货市场同时运行时，期货市场的价格也会相应地对现货能量市场造成一定的影响，主要表现在两个方面：即对现货市场价格的发现作用和风险对冲作用，与此同时，可以使电力市场交易成员降低价格风险，保障自己的收益。

3.2.3 博弈论在电力交易市场中，博弈论主要研究各个发电商之间的策略竞争和对抗，并得出最优竞价策略。通过对真实的电力市场交易情况进行模拟，构建出一个竞价博弈模型，模型中求得的均衡点就是该发电企业的最优报价。目前，涉及博弈论的方法较多，其中经典寡头博弈模型中，主要包含古诺(Cournot)模型，斯坦克尔伯格(Stackelberg)模型和伯特兰德(Bertrand)模型和供给函数模型。通过求解这些模型的平衡点，我们可以得到发电企业的最优投标策略，除此之外，这些模型还适合分析电力市场的潜在市场力。但这些模型的缺点是构建模型时，将各发电企业的成本信息作为公共信息，而成本信息是发电企业内部的保密信息，不会被透露出来，因此这无疑与电力市场的实际情况相违背。

市场开放的成熟度、采用竞争方法不同，所需构建的纳什均衡模型也不同。

主要包括以下几种类型的寡头竞争均衡模型，包括 Bertrand 模型（价格竞争模型）、Cournot 模型（产量竞争模型）、Stackelberg 模型、猜测变量模型

(Conjectural Variation, CV)，供给函数(Supply Function Equilibrium, SFE)均衡模型（产量-价格关系竞争模型）和猜测供给函数（推测供给函数，CSF）模型等[33]

。在该模型中，通过分析其他参与者的行为及产生的效果，来进行定量预测并给自身的报价行为做参考。因此，通过构建

合理的市场模型，可在一定程度上规避市场风险，为自身带来可观的利润。

3.3 我国发电企业竞价上网的应对策略对于发电企业来说，竞价上网模式具有两面性。一方面，发电企业竞价上网，打破了以往垄断性的供电模式，有助于发挥价格的杠杆作用，对于构建新型竞争性电力市场、平衡电力供需关系、资源的优化配置有着积极的意义；另一方面，

竞价上网模式发推行使得发电企业的生产情况要依托于市场出清结果，既会出现满载运行，又有可能出现停机的情况，因此，科学合理的竞价上网策略显得尤为重要[34-37] 。

第一，降低企业的发电成本。由前文可知，在统一边际出清模式下，同一市场的出清价格相同，上网电价低的发电企业总是优先获得发电资格。因此发电企业竞争本质上是电价的竞争，而电价最主要的来源依据就是企业的发电成本。因此，提高发电效率，降低发电成本，是企业在市场占据优势地位的关键。

第二，选取科学合理的报价方式。发电企业效益的高低，主要取决于中标价格以及获取的发电量的多少。为了使企业的报价最优，发电企业需要根据机组的运行状态，包括机组启停、运行方式、满载负荷多少来灵活的调整竞价策略，建立起一个有效的竞价辅助决策系统，通过构建合理的 Nash 均衡市场模型，预测其他市场参与者的决策行为及其影响，为自身的报价行为提供指导和依据。

3.4 本章小结本章对电力市场的竞价模式进行研究，主要介绍了包括集中竞价、协商交易和挂牌交易等，接着分析我国发电企业竞价上网的模式，提出发电企业主要可以通过基于成本分析的方法、套期保值的方法、以及博弈的方法进行竞价上网，通过分析以上几种方法，提出了发电企业竞争的本质上是发电成本的竞争，想要最大化的获取利润，需要尽可能的降低发电的边际成本、其次应当建立科学的报价体系，通过对机组的运行状况进行实现衡量，辅以有效的竞价策略系统，以便使得自身的上网电量和利润最大化的竞价策略。 25

第 4 章发电企业竞价上网模型

价格本质是商品价值的货币表现，而电能作为一种特殊的商品，它也蕴含着劳动者的无差别价值。在电力市场中，主要包括以下几种电价，即上网电价、输配电价、线损电价、销售电价这几种。从第三章可知，发电企业得出自己上网电价的最重要标准便是对自身发电成本的准确评估和对其他发电企业报价进行准确衡量。另外，值得一提的是，上网电价不仅与发电企业自身的发电成本有着密切的关系，还与市场的供需情况、资源的稀缺程度以及环境保护支出有着密切的关系，由于我国现阶段电价形成机制还未理清，发电厂还承担着一定程度的辅助服务成本以及电力阻塞成本、碳成本等，本章将就此展开讨论。

4.1 报价形成机制之发电成本企业生产成本主要分为两类，一类是固定成本，它指的是固定的生产要素花费的成本，如发电企业的土地和厂房，类固定成本在发电企业中指的是只要电厂进行生产就会产生的成本，但与产量多少无关的成本，比如发电机的启动成本。

还有一种是变动成本，它与发电厂消耗的燃料数量、运营所需的人力成本均与发电量密切相关。根据国家统计局数据，2020 年我国火力发电量占全国总发电量的 70%，其次光伏发电场占比 5.6%，因此本节将选取传统能源（煤炭）、可再生能源（太阳能）发电厂进行分析，并建模分析其发电成本。

（1）火电厂发电成本火力发电厂中土地、厂房、发电机等均为固定成本，而发电的煤耗、人员工资等的为变动成本。从实践中，我们可知电力生产成本与机组的发电量联系紧密，

因此火电机组电力生产成本可以以机组发电量的二次函数形式进行表示[38]

。具体如下式（4-1）、（4-2）、（4-3）： （4-1） （4-2） （4-3） 26

其中，TC 表示企业生产总成本，AC 为平均发电成本，MC 为发电的边际成本。

（2）分布式光伏发电厂发电成本光伏发电成本中，固定成本占比较大，它的固定成本主要为土地、光伏板材、安装调试，以及运行维护的成本。

在光伏电站全生命周期中，工程建设阶段对光伏电站运营影响很大。研究表明，使用科学的工程建设方案、质量良好的光伏组件，光伏的运营效率将会大大提高，即运营维护成本将会下降，如图 4-1 所示；反之，当初期建设成本较低时，

图 4-1 光伏电站建设成本-寿命图后期投入的运营费用将会大幅上涨。如图 4-1 所示，图中虚线与曲线 C 的交点就是我们的最优成本。以 C 表示光伏组件的全生命周期成本，以 C_p

表示单位发电成本，我们可以得到以下公式（4-4）： （4-4）

4.2 报价形成机制之辅助服务成本

一个坚强的物理电力系统意义重大，它关系着电力交易市场能否稳定、安全地运行。当系统发生扰动或者故障时，及时、有效地处理，是电力系统得以快速恢复正常的必要条件，在传统电力体制下，完成系统调峰、调频、无功功率服务、 27

黑启动、热备用等全部由调度机构完成，然而，随着电力市场的放开，国家电网公司再也无法随意调配他们，此类资源最终将会变成一种需要进行付费购买的服务，我们称之为辅助服务。为了解决系统发电与负荷的平衡问题，我们需要系统时刻有一定容量的备用服务（包括旋转备用和补充事故备用）来稳定系统；为了解决系统种的潮流传输限制，我们需要系统提供电压控制与无功支持服务等。本节我们将具体讲解这几类辅助服务成本。

4.2.1 旋转备用成本当电力系统中供电与用电负荷不平衡时，系统的频率会发生波动，当频率变化很大时，系统会发生频率崩溃，严重的甚至会引发电力系统解列等情况。因此，

系统中需要储备一定容量的旋转备用或补充事故备用等预防性安全措施，来校正或消除那些可能危害系统稳定的大的电能偏差的情况。备用服务可分为旋转备用和补充事故备用。

旋转备用是指某机组 10min 内由于补偿发电缺口所能增发的电能量。其中成

本见式（4-5）：

$$C = \lambda = 0 \quad \text{si} \quad \pi + I C_i (P_1 + P_2) - C_i (P_1) \quad I * \Delta 60 \quad (4-5) \quad P_m$$
$$\text{in} \leq P_1 + P_2 \leq P$$

max

其中 π 为电能市场上单位电能的价格， P_{si} 为机组可供提供的备用容量。

P_1 为机组提供的旋转备用出力， P_2 为机组在电能市场提供的正常出力。

$P_{m\text{in}}$

为机组的最小发电出力约束（最小稳定出力），

P_{max}

为机组的最大发电出力约束。

4.2.2 调压服务成本在电力系统中，我们可以知道稳定的电压影响重大，一是因为电力网络中传输线的容量与电压平方成正比，二是当电力系统出现突发性停运时，良好的电压水平可以避免系统发生电压崩溃。又因为电压的大小与系统无功关系重大，因此电压服务成本又成为无功功率服务成本。一般来说，提供无功的设备可分为两类，

其一是无功控制设备，如机械投切式电容器与电抗器、静止无功补偿器、调压变压器等，此种设备通过并联或串联进电力系统中，可自动提供感性或容性无功来调节电压，它的成本就是设备的购置成本 C 。第二类就是可提供无功功率的是被即为发电机组。用 EC_s 表示发电机容量的固定成本， EC

q

表示无功分量成本，则此部分即为发电机的固定成本，见式（4-6）： 28（4-6）

发电机组的变动成本为产生无功时，带来的有功功率损耗。

4.3 报价形成机制之碳成本

4.3.1 相关理论支持随着全球气候的变化、温室气体排放的增加，我国已确定 2030 年前达到峰值、争取 2060 年前实现碳中和的战略目标。根据国家统计局相关数据，电力行业温室气体排放数量大约占全社会总量的 51.4% 左右，因此，作为传统的能源密集型行业，电力行业无疑是重点管控对象。我国碳交易市场于 2017 年启动，根据《碳排放权交易管理办法（试行）》等相关文件的精神，今后企业的碳排放数量将被严格限制，碳排量配额分配将由免费分配和有偿分配组成，因此碳成本今后无疑也构成电力企业的运营成本，将直接导致总发电成本的增加。作为生产成本，在完全竞争的电力市场中，发电企业可以通过调整上网电价，使得碳成本得以以一定比例传递到终端用户侧。而在我国现阶段的电力市场中，由于我国现阶段电力市场的特殊性，以及电价形成机制还不完善等原因，将直接导致发电企业无法向下游用电户转嫁碳成本，因此必须完全承受碳排放成本带来的风险。

随着我国治理体系和治理能力的不断发展，碳市场和电力市场的联系将会越来越密切，并可能出现以下特征：

（1）随着环境保护要求的不断提高，碳市场将会不断纵深发展，碳排量配额分配制度将会由免费分配逐步转到有偿分配，碳成本将使企业的边际成本增加，发电企业承受的风险也将不断加大；

（2）随着电力市场的不断发展，电力市场不断向完全竞争的市场转变，电价形成机制更加完善，电力的商品属性逐渐得到还原，碳成本将部分或全部传到至终端用户；

（3）由于不同发电企业碳成本价格高低不同，这将直接影响发电企业在电力市场中的出清顺序，对于低碳甚至零碳的风光水发电厂来说，无疑将获得更多的市场份额，从而使高效低排放的机组具有更大的市场竞争力，促进行业向低碳方向发展，同时，对于用户来说，碳成本的增加，可促使终端用户节约用电，从而促进节能减排效应在更大范围内发挥作用。

4.3.2 碳成本模型对于供暖供电机组，机组的年度碳排放量可用下式（4-8）表示[7-11]： 29（4-8）

其中， $be_{i,t}$ 为机组供电标煤耗（ $tce/(MW \cdot h)$ ）； $Qe_{i,t}$ 为机组供电量（ $MW \cdot h$ ）；

$bh_{i,t}$ 为机组供热标煤耗（ tce/TJ ）； $Qh_{i,t}$ 为机组供热量（ TJ ）； σ 为燃煤折标煤碳排放系数（ $t\ CO_2/tce$ ），表示原煤折算成 1 kg 标煤燃烧产生的 CO_2 。

全国碳市场免费配额分配以基准法为主，发电企业在一级市场上获得的免费

配额（ Af

$ree_{i,t}$

）可表示为式（4-9）：（4-9）

α 为配额拍卖比例； Be

$,i$

为供电碳排放基准值（ $t\ CO_2/(MW \cdot h)$ ）； f_i 为修正系数，与冷却方式、负荷率和供热比有关； Bh

$,i$

为供热碳排放基准值（ t

CO_2/TJ ）。

根据全国碳市场配额分配方案，在全国碳市场初期，以免费配额形式分配

（ $\alpha = 0$ ），随着碳市场的逐步深化， α 逐步增加。全国碳市场配额分配基准值见表 4-1 所示。

表 4-1 全国碳市场燃煤、燃气机组配额分配基准值按照全国碳市场运行规则，控排企业每年应向主管部门上缴不少于其碳排放

量的配额进行履约。发电机组在碳市场中的碳成本（ Cc

$arbon_{i,t}$

）可表示为配额缺口

和碳价（ Cc ）的关系如下式（4-10）所示：

Cc

$arbon_{i,t} = (- ,) * , (4-10)$

4.4 输电权输电权可以使其持有人在规定的时间内，通过输电网络中特定的支路输送一定数量电力的权力。

疑似剽窃文字表述	
1.	对外发布需求电量和价格的要约，由符合条件的发电企业提出接受该要约申请。接着经过系统的安全校核，
2.	分析发电机组的平均发电成本以及边际成本。在采用成本分析的方法进行发电企业竞价上网时，
3.	发电， 出现被迫停机的状况；另一方面，当成本报价低于市场价时，发电企业无法最大化收益。 22 因此，
4.	报价，而是可接受的报价，该方法未充分考虑市场因素，灵活性不足。而且进行报价的基础是发电成本分析，因此需要准确地核算发电成本。
5.	特定时间购买大批电能时，并且担心价格上涨导致成本增加，则它可以在期货市场进行做多交易，
6.	电力市场交易情况进行模拟，构建出一个竞价博弈模型，模型中求得的均衡点就是该发电企业的最优报价。
7.	通过求解这些模型的平衡点，我们可以得到发电企业的最优投标策略，除此之外，这些模型还适合分析电力市场的
8.	排放的增加，我国已确定 2030 年前达到峰值、争取 2060 年前实现碳中和的战略目标。

4. 026_第4部分		总字数：6755
相似文献列表		
去除本人文献复制比：14. 2%(957) 文字复制比：14. 2%(957) 疑似剽窃观点：(0)		
1	期货合约影响下基于价格分摊的电力现货市场电价出清研究 范凯(导师：付蓉) - 《南京邮电大学硕士论文》 - 2020-06-30	10. 4% (705) 是否引证：是
2	广东天然气发电企业的转型之路 闫海波;蒋韬; - 《燃气轮机技术》 - 2020-09-16	2. 7% (181) 是否引证：否
3	区域互联电网电能量与备用辅助服务联合优化模型研究 周华锋;胡亚平;聂涌泉;何锡祺;赵化时;夏清;赖晓文;董成; - 《电网技术》 - 2020-01-20 0	2. 4% (165) 是否引证：否
4	大湾区统一电力现货市场建设路径及出清模型研究 赵文猛;周保荣;洪潮; - 《粤港澳大湾区绿色发展报告(2020)》 - 2019-11-19	1. 7% (116) 是否引证：否
5	集中式现货市场模式在贵州的适用性研究方法 田年杰;代江;姜有泉;赵倩;朱思霖; - 《信息通信》 - 2020-12-15	1. 6% (106) 是否引证：否
6	基于自调度的日前市场出清机制设计 邢玉辉;张茂林;王帮灿;刘思捷;丁文娇;陈清贵;龚思宇;张维静; - 《中国电机工程学会电力市场专业委员会2019年学术年会暨全国电力交易机构联盟论坛论文集》 - 2019-09-03	1. 6% (106) 是否引证：是
7	基于博弈论的我国发电企业竞价策略研究 杨珊珊(导师：王宇奇) - 《哈尔滨理工大学硕士论文》 - 2014-03-01	1. 0% (66) 是否引证：否
8	国家电网公司发布“碳达峰、碳中和”行动方案 - 《国家电网报》 - 2021-03-02	0. 9% (64) 是否引证：否
9	共同努力实现碳达峰碳中和 - 《中国经济时报》 - 2021-03-24	0. 9% (64) 是否引证：否
10	基于“双碳”目标的电力市场与碳市场协同发展研究 张森林; - 《中国电力企业管理》 - 2021-04-05	0. 9% (60) 是否引证：否
11	基于改进二次规划算法的新能源同质报价现货市场出清模型 陈振寰;张天宇;杨春祥;吴锋;韩杰;陈潇婷; - 《电力系统自动化》 - 2021-03-15 17:19	0. 8% (52) 是否引证：否
12	考虑多时间尺度电力交易市场下的配电网最大供电能力模型 范宏;郁可可;白浩;于力; - 《水电能源科学》 - 2020-01-25	0. 7% (45) 是否引证：否

原文内容

市场成员可根据线路发生阻塞的概率以及对自身的影响程度，自由选择是否购买输电权，输电权的持有者可以选择使用或是出售输电权。

输电权的价格应当在母线最高与最低价格差值之间。

$$P_{ab} = (P_{max} - P_{min}) * \beta \quad (4-11)$$

P_{ab} 为输电权的价格， P_{max} 为母线上最高价格， P_{min} 为母线上最低价格， β 为波动系数，其中 $\beta \in [0, 1]$ 。 30

4.5 发电企业边际成本发电企业参与市场报价是现货市场进行出清的前提，而发电厂报价的重要参考依据就是企业自身的发电成本。由本章 4.1-4.4 可知，除了企业自身的直接发电成本外，输配电成本、辅助服务成本也应纳入成本分摊中。除此之外，以节点电价进行出清的市场还需考虑相应的阻塞费用，即输电权成本。另外，随着碳交易市场的建立，碳排放成本占比也将越来越大，也应当纳入考核。由此，我们可以得到发电企业在 t 时段电力商品报价 C_i

C_i

。如下式（4-12）所示：

$$C_{i,t} = \delta (C_g + C_s + C_f) + C_{sq} + C_{carbon,i} \quad (4-12) \quad (4-13)$$

式 4-12 所示， C_i

, t

发电企业的边际成本，其中 C_g 为发电企业的机组发电成本， C_s 为电力输电成本的分摊费用， C_f 为市场中辅助服务的分摊费用， C_{sq} 为输电权定价， $C_{carbon,i}$ 为碳成本。 δ 为在电力市场活动中市场参与者根据市场信息判断产生的报价系数。由解文可知，机组的发电边际成本是一条与出力有关的曲线，

因此企业的报价信息也对应为一条与出力相关的曲线，而综合多时段报价需求后，得到的便是若干条报价曲线 $C_{i,t}$ 。

4.6 本章小结本章对发电企业竞价上网相关成本进行了分析，主要对企业的发电成本、辅助服务成本以及碳成本进行了深入研究，并得出了不同发电机组的发电边际成本是一条与出力有关的曲线。在对发电成本进行研究时，主要分析了火电厂以及光伏发电的成本，随后对电力系统运行过程中产生的输电成本及辅助服务成本进行了相关介绍。接着考虑到我国当前碳排放市场的发展，将企业碳成本也纳入企业的生产成本中，建立了发电企业的成本模型。 31

第 5 章全电量电力现货市场出清模拟

本章将在 MATLAB 系统中搭建电力市场相关模型，运用自适应粒子群算法，

对全电量电力现货市场电价出清机制进行仿真模拟，主要做以下工作：对发电企业中长期合同中的合约电量进行优化分解、不考虑碳成本时进行发电企业市场出清以及考虑碳成本时进行发电企业市场出清，并针对结果进行具体分析。以此来分析新电改背景下，发电企业竞价上网的最优模式，并验证论文研究内容的可行性。

5.1 电厂中长期电量的优化分解

5.1.1 相关理论支持根据第二章第三节可知，为了稳定电价，市场参与者倾向签订中长期合约交易，根据江苏省交易中心披露数据显示，2020 年江苏电网中长期合约电量占据总交易电量的 70%，中长期合约对现货市场影响深远，因此本章主要研究全电量电力市场的出清情况。

在全电量市场中，中长期电量被纳入现货市场，统一参与市场出清。此时的优化目标是使得发电总成本最低。 (5-1)

其中， T 为合约执行时间， pcq

c, h, t

qc

, v, t

$p^{'t}, h, q^{'t}, h, p^{'t}, v, q^{'t}, v$

其中， T 为合约执行时间， pc 合 qc, h, t 约价格， qc, h, tqc, v, t 分别为中长期合约中 t 时刻的高峰时段和低谷时段电量， $p^{'t}, h, p^{'t}, v$ 分别为 t 时刻电力市场中高峰时段和低谷时段的价格， $q^{'t}, h, q^{'t}, v$ 分别为 t 时刻新增的高峰时段和低谷时段电量。

该目标函数的约束条件有：

(1) 总合约电量为各时段高峰电量、低谷合约电量之和： (5-2) 32

其中， QGt

ol

为总合约电量。

(2) t 时段的高峰、低谷时刻总电量等于对应的合约电量与新增电量之和：

qc

, h, t

$+q^{'t}, h = qt, h$ (5-3)

qc

, v, t

$+q^{'t}, v = qt, v$ (5-4)

(3) t 时刻的合约电量占总电量的比例应有一定的范围

j, q

$t, v \leq qc$

, $v, t \leq qqt, v$ (5-5)

xqt

, $h \leq q$

$c, h, t \leq yq$

t, h (5-6)

其中， x, y 分别为 t 时刻高峰时段电量的最小值和最大值参数

j, k 分别为 t 时刻低谷时段电量的最小值和最大值参数

(4) 机组执行的进度和全局电量执行的进度应有一定的约束。

其中机组执行进度为： (5-7)

全局进度系数为： (5-8)

(4) 其中，对于热电联产机组，还有出力水平的限制： (5-9)

对上述目标函数进行优化求解，可得到合约电量分解到 t 时间间隔内的分解峰谷电量值。

5.1.2 中长期合约电量分解优化仿真

选用参考文献[41]中的电厂参数，选取该系统中 36 节点为该火电企业，机

组容量为 600MW，该发电企业有一笔中长期合约交易合同，合约总电量为 200GWh，

合约执行时间为 1 个月。现要求将月合约电量分解至日合约电量，求其最优解。

H 与 h 均 ≤ 0.05 。 $L=0.4, k=0.9, t$ 时间间隔取一日，若高峰、低谷时段的总电量及电价如下： 33

表 5-1 合约执行月负荷电量表 5-2 不同时间序列高峰和低谷时段电价在此基础上，按照 5.1.1 给出的优化模型，建立 MATLAB 优化算法，程序运行如图 5-1 所示：

图 5-1 中长期电量分解 MATLAB 运行图 34
运行结果如图 5-2 所示：

图 5-2 合约执行月分解电量示意图由此完成了将月合约电量向日合约电量的分解，取该月 5 日为例，其在高峰时段需完成 5.1GW·h 的发电量，在低谷时段完成 1.4GW·h 的发电量。

5.2 全电量电力现货市场出清模拟 机组在进行市场出清时，优化函数是最小化生产成本（通过报价进行衡量），因此发电企业全电量电力市场中出清目标函数如下所示：（5-7）
其中 N 是机组数量， T 是时段数量， P_i

$, t$
表示 i 机组在 t 时段的出力， C_i
 $, t$
 $(P_i$
 $, t)$ 、
 CU_i
 $, t$
分别是机组 i 在时段 t 的报价函数、启动费用，报价函数是与机组出力有关的线性函数， M 为网络潮流约束松弛罚因子； $SL+I$ 、 $SL +$

I
分别为线路 l 的正、反向潮流松弛变量； NL 为线路数量； $SL+s$ 、 $SL +$
 s
分别为断面 s 的正、反向潮流松弛变量； NS 为断面数量[39] 。
约束条件有：

(1) 系统母线上功率平衡。 （5-8）
(2) 电力系统的正备用、负备用和旋转备用满足条件 （5-9） 35 （5-10） （5-11） （5-12）
(3) 机组出力约束 （5-13）
于 MATLAB 系统中搭建电力市场相关模型，运用自适应粒子群算法，对全电量电力现货市场电价出清机制进行仿真模拟，选用参考文献[41]中的 EEE39 节点相关参数，分别以 10 个发电机节点代表 10 个电力现货市场参与者，各参与者系统参数如下：
表 5-4 电力现货市场参与者系统参数表由表 5-4 可得，该发电机组边际成本常数项为 12.3299，一次项系数为 0.004802，由此可得其边际成本函数 $MC=12.3299+0.004802q$ ，考虑到辅助服务、输配电费用分摊价格，其成本扩大为边际成本*分摊系数（分摊系数取 1.1），输电费取 0.11 元/kWh，此时，电力现货市场中该发电企业的成本曲线为 $((13.56289+0.0052822q)+0.11)$ 。发电企业在电力市场进行报价时，中标总电量应包含机组中长期合约电量（高峰时段 5.4GW·h、低谷时段 1.8GW·h），报价系数 δ 取 1，1.2，1.5 倍的基准报价进行市场报价，报价曲线为 $((13.56289+0.0052822q) \delta +0.11)$ 。

当 δ 取 1 时，模拟市场出清结果如下图 5-3 所示： 36
图 5-3 δ 取 1 时模拟市场出清结果当 δ 取 1.2 和 1.5 时，模拟市场出清结果如下图 5-4、5-5 所示：
图 5-4 δ 取 1.2 时模拟市场出清结果图 5-5 δ 取 1.5 时模拟市场出清结果 37
将出清结果整理到一个图表中，出清结果见 5-6、5-7 所示图 5-6 电力市场多时段电量出清结果图 5-7 电力市场多时段出清价格由图 5-6、5-7 电力市场出清结果可得，当 δ 取 1 时，即发电企业以发电边际成本进行市场出清时，中标电量最为理想，几乎全天候都有中标电量，机组得以持续运行发电，且出力稳定在 330MW-530MW 之间，处于机组出力水平的 55%-88%。当 δ 取 1.2 时，机组 0：00 时段-06：00 时段出现 6 个小时未中标的情况，在 06：00 时段-24：00 时段机组出力位于 330MW-400MW 之间，机组出力降低。当 δ 取 1.5 时，机组 0：00 时段-07：00、18：00 时段-24：00 时段出现 13 个小时未中标的情况，中标电量最少，且机组出力平均位于 330MW-350MW 之间，出力水平更低。

由以上分析我们可以得出，当 δ 取 1 时，虽然出清价格最低，但机组出力水平稳定，不会发生机组联系启停的现象，收益稳定。当 δ 取 1.2 和 1.5 时，虽然 38
出清价格略有提高，但中标电量出现断崖式下跌，带来了机组启停的额外费用以及机组频繁启停造成的机组损耗风险，并不合算。因此，对于发电企业而言，盲目提高报价系数，追求较高的出清价格有时并不能带来额外的收益，应当以机组的边际成本作为基准价格，略微上浮，才能确保稳定的收益。具体数值表 5-5

所示。
表 5-5 电力市场出清结果
5.3 碳成本影响下的电力现货市场出清模拟由 5.2 可知，在不考虑碳成本时，机组的发电企业的成本曲线为 $((13.56289+0.0052822q)+0.11)$ 。由第四章可知，碳成本曲线 C_c
 $arbon, i$
为一条和
分配额度成正比的曲线，则碳成本可表示为 C_c
 $arbon, i$
 $=\beta \alpha$ ，其中 β 为系数（与碳价、修正系数等有关，当碳价为 30 元/t 时， β 取 0.37）， α 为分配额度。当考

虑到碳成本 C_c

arbon, i

时, 机组的发电企业的成本曲线为 $((13.56289+0.0052822q)$

$+0.11+0.37a)$

当 a 分别取 0, 30%, 60%时, 机组的出清曲线如下图 5-8 所示:

图 5-8 不同分配额度时电力市场电量出清结果报价系数 1 1.2 1.5

高峰电量 GW.h 6.62 5.52 3.15

低谷电量 GW.h 3.70 1.06 0.32

中标总电量 GW.h 10.32 6.58 3.47

平均中标电价(元/MW.h) 207.08 248.01 268.13

电力总价格(万元) 213.707 163.191 93.041 39

表 5-6 电力市场出清结果由图 5-8, 表 5-6 出清结果可得, 当 a 取 0 时, 即配额缺口为 0 时, 市场出清价格最低, 中标电量最为理想, 几乎全天候都有中标电量, 机组得以持续运行发电, 且出力稳定在 430MW-530MW 之间, 处于机组出力水平的 55%-88%。当 a 取

30%时, 机组中标电量出现明显下降、波动明显的情况, 且机组出力位于

330MW-430MW 之间, 机组出力降低。当 a 取 60%时, 机组一天中中标电量最少, 且

机组出力平均位于 330MW-350MW 之间, 出力水平更低。

由此我们可以得出, 当配额缺口很低, 几乎为 0 时, 发电机组的边际成本最小, 此时机组以该边际成本进行出清时, 几乎全天都有中标电量, 且出力稳定,

因此此时的收益较好。当配额缺口很高, 达到 60%时, 机组边际成本出现大幅增长, 且此时即使以边际成本进行出清, 中标电量仍出现大幅下降的情况, 即使此时中标价格上升, 但通过分析市场出清及如果来看, 仍不足以弥补电量减少损失的收入, 且此时的发电机组有可能出现频繁启停情况, 会造成启停成本增加。因此, 对于发电企业来说, 随着有偿配额比例和碳价增加, 火电机组等高排放的发电机组成本将大幅上升, 导致部分燃煤机组出现亏损的情况。此时碳成本将对竞价市场影响很大, 将直接影响发电机组的出清顺序, 因此, 发展高效率、低排放的新能源机组将成为未来发展趋势。

5.4 本章小结在对发电企业在不同报价系数进行电力市场出清的结果进行分析时, 我们可以发现, 当企业要实现利润最大时, 一是应当争取尽可能多的上网电量, 此时保证电价在竞争电量的基础上尽可能的提高; 二是应当保证发电机组的最低负荷。在竞价上网时, 应尽可能多的确保企业竞得的上网电量大于机组的最低负荷要求, 因为发电机组启停需要消耗一定的生产成本, 企业只有电量达到一定水平时才能补偿这部分成本。因此在竞价上网时, 不仅要考虑机组发电的成本, 还需要考虑机组启停产生的费用。

当考虑碳成本时, 采取不同配额系数时, 电力市场出清结果有很大的变化。

我们可以发现, 当配额系数为 0 时, 火力发电机组的中标电量很大, 即使此时出分配额度 0 30% 60%

高峰电量 GW.h 6.62 5.93 5.05

低谷电量 GW.h 3.7 2.06 1.72

中标总电量 GW.h 10.32 7.99 6.77

平均中标电价(元/MW.h) 207.08 257.19 298.35

电力总价格(万元) 213.71 205.49 201.98 40

清价格较低, 但企业仍能保证良好的效益, 随着配额系数不断提高, 发电机组的边际成本将会大幅上升, 此时出清时的中标电量急剧下降。当碳价被计入发电成本时, 将在一定程度上影响电价(随着碳价高低、配额多少而变化), 当电力市场中的化石能源电厂足够多时, 整体的电价就会上; 同时, 碳价也会反作用于电价, 当电价上涨, 电力供应增加时, 碳排放的需求也会增加, 碳价也会上涨。因此, 电力市场价格与碳市场价格变化趋势呈强正相关性。

因此, 对于发电企业来说, 要充分考虑碳市场对电力市场的影响, 将电能价格与碳排放成本有机结合, 不断增加清洁能源发电机组的配额, 推动能源清洁低碳转型, 提高自己的市场竞争力。 41

第 6 章结论与展望

随着电力市场经过不断的改革、完成, 部分试点地区电力市场已逐渐运营稳定, 但仍然存在许多方面的问题与挑战。打破原有的行业垄断机制, 建立起一个可以实现资源优化配置、电价机制合理、竞争公平公正的电力交易市场势在必行。

因此本文对新电改背景下电力市场及竞价上网模式的研究, 对完善市场主体参与交易运行的规则, 为发电企业竞价上网模式的探索提供理论和指导意义。

本文主要的研究结论及创新点如下:

(1) 通过分析国外成熟的电力市场经营模式, 提出了我国现阶段电力改革方向、基本任务及出现的问题、难点, 并分析了现阶段研究竞价上网模式对电力市场和发电企业的重要意义。结果表明, 我国电力市场交易模式应当采用中长期合约合作交易模式为主导, 现货市场为补充, 逐步发展期货、期权、金融价差等多种交易模式的电力市场交易结构, 并将中长期合作电量纳入现货市场统一出清的全电量电力市场模式。

(2) 从发电企业的运行实际展出发, 详细研究了企业的边际发电成本, 包括发电成本、辅助服务成本、输配电成本、输电成本。接着结合当前电力系统发展的实际, 以及我国现阶段提出的“碳达峰、碳中和”目标, 提出了发电企业应当将碳成本纳入发电机组边际成本中, 丰富了现货市场报价形成机制。

(3) 构建电力现货市场出清模型, 实现了企业中长期合约电量的优化分解、发电企业在不同报价系数、碳成本不同分配额度时的电力市场出清结果, 并对此展开分析, 并得出了电力市场价格与碳市场价格变化趋势呈强正相关性的结论。

并站在发电企业的角度得出, 为了提高自身的竞争力, 必须要充分考虑碳市场对电力市场的影响, 将电能价格与碳排放成本有机结合, 不断增加清洁能源发电机组的配额, 推动能源清洁低碳转型的结论。

本文对新电改背景下发电企业竞价上网模式进行了探究, 对发电企业竞价上网提供了一定的指导意义, 但本文还存在着很

参考文献

- [1] 新电改背景下 S 省分电压等级输配电定价研究解嘉彬 - 《西安理工大学博士论文》- 2020-06-30
- [2]Cheng Li,Peng Li,Hao Yu,Hailong Li,Jinli Zhao,Shuquan Li,Chengshan Wang.Optimal Planning of Community Integrated Energy Station Considering Frequency Regulation Service[J]. Journal of Modern Power Systems and Clean Energy, 2021, 9(02):264-273.
- [3]Fangdi Zeng,Zhaohong Bie,Shiyu Liu,Chao Yan,Gengfeng Li.Trading Model Combining Electricity, Heating, and Cooling Under Multi-energy Demand Response[J]. Journal of Modern Power Systems and Clean Energy, 2020, 8(01):133-141.
- [4]Qiang Fu,Shaozhen Chen,Ke Yang,Junsheng Wang. Research on financing mode of photovoltaic power generation based on big data assisted decision[A]. Institute of Management Science and Industrial Engineering.Proceedings of 2019 International Conference on Global Economy and Business Management (GEBM 2019) [C].Institute of Management Science and Industrial Engineering: (Computer Science and Electronic Technology International Society), 2019:8.
- [5]邱明. 解读: 电力市场环境下发电厂竞价的上网模式[J]. 营销界, 2019(22):81-82.
- [6]马辉, 陈雨果, 陈晔等. 南方(以广东起步) 电力现货市场机制设计[J]. 南方电网技术, 2018, 12 (12): 42-48.
- [7]ZHONG QianWen, BUCKLEY Stephen, VASSALLO Anthony, SUN YiZe. Energy cost minimization through optimization of EV, home and workplace battery storage[J]. Science China(Technological Sciences), 2018, 61(05):761-773.
- [8]Shubhashis Kumar SHIL, Samira SADAoui. Meeting peak electricity demand through combinatorial reverse auctioning of renewable energy[J]. Journal of Modern Power Systems and Clean Energy, 2018, 6(01):73-84.
- [9]朱继忠. 美国电力市场的发展和实现方法分析[J]. 南方电网技术, 2016, 10(5):22-28.
- [10]许子智, 曾鸣. 美国电力市场发展分析及对我国电力市场建设的启示[J]. 电网技术, 2011, 35(06):167-172.
- [11]王秀丽, 宋永华, 王锡凡. 英国电力市场新模式-结构、成效及问题[J]. 中国电力, 2003, 36(6):1-5.
- [12]梁志飞, 陈玮, 张志翔. 南方区域电力现货市场建设模式及路径探讨[J]. 电力系统自动化, 2017, 41(24):16-21+66.
- [13]刘映尚, 张昆, 顾慧杰. 南方区域电力现货市场技术支持系统架构及关键技术[J]. 南方电网技术, 2018, 12(12):41-46.
- [14]王永福, 张伯明, 孙宏斌, 尚金成, 黄永皓. 国外平衡机制介绍及建设我国实时平衡市场的建议[J]. 电网技术, 2003(09):16-19.
- [15] Sijm J, Hers S, Lise W, et al. The impact of the EU ETS on electricity prices [R/OL]. 2008 [2020-01-01]. <https://refman.energytransitionmodel.com/publications/243> 43
- [16] Jouvet P, Solier B. An overview of CO2 cost pass-through to electricity prices in Europe [J]. Energy Policy, 2013, 61: 1370-1376
- [17] Fabra N, Reguant M. Pass-through of emissions costs in electricity markets [J]. The American Economic Review, 2014, 104 (9): 2872-2899
- [18] Liliya C. Modelling CO2 price pass-through in imperfectly competitive power markets[R/OL]. 2007 [2020-01-01]. <https://ecomod.net/sites/default/files/document-conference/ecomod2007-energy/311.pdf>
- [19] Beat H. Pass-through of CO2 emission costs to hourly electricity prices in Germany [J] Journal of the Association of Environmental & Resource Economists, 2016, 3 (4): 857-891
- [20] 李彩芹. 电力市场环境下发电厂竞价上网模式探索 [J]. 产业与科技论坛, 2017, 16(13):103-104.
- [21]林卫斌, 李妙华, 陈昌明. 新一轮电力体制改革的逻辑与进展[J]. 价格理论与实践, 2016(09):8-13.
- [22]邱留良, 任洪波, 蔡强, 刘家明, 邓冬冬. 基于电力直供的分布式能源系统经济性分析[J]. 中国电力, 2016, 49(S1):82-88.
- [23]Jianxue WANG, Ahmed Faheem ZOBA, Chengchen HUANG, Chen CHEN. Day-ahead allocation of operation reserve in composite power systems with large-scale centralized wind farms[J]. Journal of Modern Power Systems and Clean Energy, 2016, 4(02):238-247.
- [24]James M. TIEN. THE NEXT INDUSTRIAL REVOLUTION: INTEGRATED SERVICES AND GOODS[J]. Journal of Systems Science and Systems Engineering, 2012, 21(03):257-296.
- [25] Kagel JH, Harstad RM, Levin D. Information Impact and Allocation Rules in Auctions with Affiliated Private Values: A Laboratory Study [J]. Econometrica, 1987, 55(6):1275-1304.
- [26] Kagel JH, Levin D. Independent Private Value Auctions: Bidder Behavior in First-, Second-, and Third-price Auctions with Varying Numbers of Bidders [J]. The Economic Journal, 1993, 103(4):868-879.
- [27] Kerry Back, Jaime F Zender. Auctions of Divisible Goods with Endogenous Supply [J]. Economics Letters, 2001. 73:29-34.
- [28] I. Savelli, A. Giannitrapani, S. Paoletti and A. Vicino. An Optimization Model for the Electricity Market Clearing Problem With Uniform Purchase Price and Zonal Selling Prices [J]. IEEE Transactions on Power Systems, 2018, 33 (3):2864-2873.
- [29]李现忠, 蔡兴国, 付春梅. 碳交易机制下考虑节能减排的竞价交易模式[J]. 电力系统自动化, 2011, 35(10):48-52.

- [30] 林卫斌, 苏剑. 我国电力产业的重组模式及其局限性[J]. 改革, 2009(05):103-109.
- [31] 宋小松, 张建华, 刘宗歧. 中国电力市场改革模式探析[J]. 中国电力教育, 2007(S2):245-247.
- [32] 常艳超, 吕丽霞, 张建. 电力市场环境发电厂竞价上网模式的探究[J]. 华中电力, 2007(02):12-14.
- [33]. Electricity Price Forecasting Based on AOSVR and Outlier Detection[J]. Electricity, 2005(02):23-26.
- [34] 董力, 高赐威, 喻洁等. 考虑中长期电量合约分解的调频备用市场机制[J]. 电力系统自动化, 2018. 40(14): 61-66, 74
- [35] 李乃寒, 赵俊屹. 对电力市场竞价上网模式的探讨[J]. 山西电力, 2005(02):24-25+36.
- [36] 王肩雷, 黎敬霞. 电力市场下水电竞价上网模式的探讨[J]. 云南电力技术, 2005(02):5-8. 44
- [37] 姚建刚. 区域电力市场竞价交易结构与模式的探讨[J]. 电力系统自动化, 2003(22):23-25+55.
- [38] 孙友源, 郑张, 秦亚琦, 等. 火电机组碳排放特性研究及管理建议[J]. 中国电力, 2018, 51(3): 144-149, 169.
- [39] 邢玉辉, 张茂林, 王帮灿等. 基于自调度的日前市场出清机制设计[C]/中国电机工程学会电力市场专业委员会 2019 年学术年会暨全国电力交易机构联盟论坛论文集. 2019.
- [40] 罗钢, 马辉, 陈晔等. 南方(以广东起步)电力现货市场模拟运行分析[J]. 南方电网技术, 2018. 12(12): 49-54.
- [41] 期货合约影响下基于价格分摊的电力现货市场电价出清研究范凯 - 《南京邮电大学硕士学位论文》 - 2020-06-30

说明: 1. 总文字复制比: 被检测论文总重合字数在总字数中所占的比例

2. 去除引用文献复制比: 去除系统识别为引用的文献后, 计算出来的重合字数在总字数中所占的比例

3. 去除本人文献复制比: 去除作者本人文献后, 计算出来的重合字数在总字数中所占的比例

4. 单篇最大文字复制比: 被检测文献与所有相似文献比对后, 重合字数占总字数的比例最大的那一篇文献的文字复制比

5. 指标是由系统根据《学术论文不端行为的界定标准》自动生成的

6. 红色文字表示文字复制部分; 绿色文字表示引用部分; 棕灰色文字表示作者本人文献部分

7. 本报告单仅对您所选择比对资源范围内检测结果负责



 amlc@cnki.net

 <http://check.cnki.net/>

 <http://e.weibo.com/u/3194559873/>